



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA I EDIFICACIÓ

TREBALL DE FI DE GRAU

DESENVOLUPAMENT GRÀFIC DE LA TORRE TELEFÒNICA 0.0 MITJANÇANT SISTEMA BIM

Projectista/es: Oliver Marchena Montes i Víctor Gómez Raya

Professor: Albert Sánchez Riera

Convocatòria: Setembre 2016

RESUM

L’ objectiu del present treball de final de grau , és tractar de donar resposta a la pregunta de com BIM millora la metodologia tradicional referent a la gestió de la informació d’un projecte d’execució durant la fase de redacció. Pretenem gestionar i modelar la informació d’un projecte d’execució del qual disposem la informació necessària.

Per definir i deixar clar l’abast del present treball cal esmentar que el nivell de detall al qual hem arribat és un LOD300. Tal i com podem observar a continuació en els apartats pertinents sobre la definició dels LODS, on s’aporta informació precisa i detallada a més de geometria precisa. Cal remarcar que la tecnologia BIM ens permet assolir un nivell de detall superior, que més endavant explicarem.

Per portar a terme l’objectiu principal, es plantegen els següents objectius específics:

- 1.Comparar la metodologia tradicional amb la metodologia BIM des del punt de vista teòric i general.
- 2.Desenvolupar amb BIM el cas pràctic d’un projecte desenvolupat inicialment amb la metodologia tradicional.
- 3.Analitzar els avantatges i els inconvenients de BIM i comparar-los amb la metodologia tradicional durant la fase de redacció del projecte d’execució.

AGRAÏMENTS

Primerament volem agrair la plena disponibilitat i entrega del nostre tutor Albert Sánchez Riera durant aquests quatre mesos de lluita i esforç. Ha sapigut orientar la feina d’una forma coherent i directa sense perdre l’objectiu principal.

D’altra banda manifestar un gran respecte a l’estudi Massip-Bosch Arquitectes per atendre les nostres inquietuds com a estudiants, orientar-nos i resoldre tots els dubtes respecte l’execució de l’edifici en qüestió. A més de proporcionar-nos l’ informació per l’elaboració del treball i comprendre el seu funcionament.

ÍNDEX

PRIMERA PART. LA TORRE.

1. Coneixem la Torre	pàg 3.
1.1. Introducció a la Torre Telefónica Diagonal 0.0	pàg 3.
1.2. Entorn i situació	pàg 4.
1.3. Ús	pàg 4.
1.4. Sistema constructiu	pàg6.
1.4.1. Introducció al sistema constructiu.	
1.4.2. Well Point	
1.4.3. Fonamentació	
1.4.4. Nucli interior	
1.4.5. Façana	
1.4.6. Acabats	
1.4.7. Fusteria	
1.4.8. Coberta	
2. Analitzem la Torre	pàg 14.
2.1. Sostenibilitat	pàg 14.
2.1.1. Zona Climàtica	
2.1.2. Estudi Higrotèrmic	
2.1.3. Emisions de Co2	
2.2. Quantificació	pàg19.
2.2.1. Càlcul de Prestacions	
2.2.2. Càlcul de Pesos	
2.2.3. Prestacions VS Pesos	

SEGONA PART. EL BIM.

1. Introducció al BIM	pàg20.
1.1. El BIM a grans trets	pàg20.
1.2. Història	pàg20.
1.3. Definició	pàg21.
1.4. Objectius, funcionalitat i característiques	pàg22.
2. BIM VS CAD	pàg23.
2.1. Avantatges	pàg23.
2.2. Inconvenients i limitacions	pàg24.
2.3. Comparativa final	pàg24.
3. SOFTWARES BASTA EN BIM	pàg24.
3.1. Definició	pàg24
3.2. Aplicacions BIM	pàg25
3.3. Interoperabilitat entre aplicacions BIM	pàg25.

4.ELS LODS DE BIM	pàg26.	T005 – SECCIO 3D FUGADA 05	pàg66.
4.1. Definició		T006 – SECCIO 3D FUGADA 06	pàg67.
4.2. Lod coma nivell de detall	pàg26	T007 – SECCIO 3D FUGADA 07	pàg68.
4.3. Lod com a nivell de desenvolupament	pàg26		
4.4. Determinació dels nivells de desenvolupament	pàg26		
 TERCERA PART. LA TORRE EN BIM.	pàg30.	P001 – PROCÉS CONSTRUCTIU	pàg69.
E001 – SITUACIÓ, EMPLAÇAMENT, COBERTA	pàg31.	M001– TIPOLOGIES DE MURS	pàg70.
A000 – DISTRIBUCIONS		W001– L’ESTRUCTURA DE BAMBÚ	pàg71.
A001 – SOTERRANI -2	pàg32.		
A002 – SOTERRANI -1	pàg33.	CONCLUSIONS	pàg72.
A003– PLANTA BAIXA ACCÉS	pàg34.		
A004– PLANTA BAIXA	pàg34.	BIBLIOGRAFIA	pàg73.
A005– P01	pàg35.		
A006 – P02	pàg36.	ANNEXOS	
A007 – P03	pàg37.	ANNEX 1. DADES DE CAMP	pàg74.
A008 – P04	pàg38.	ANNEX 2. TERCERA LLENGUA	pàg83.
A009 – P05	pàg39.	ANNEX 3. DOCUMENTACIÓ CAATEEB	pàg90.
A010– P06	pàg40.	ANNEX 4. DOCUMENTACIÓ EMBA	pàg108.
A011 – P07	pàg41.		
A012 – P08	pàg42.		
A013 – P09 a 12	pàg43.		
A014 – P13	pàg44.		
A015 – P14 a 16	pàg45.		
A016 – P17	pàg46.		
A017 – P18 a 21	pàg47.		
A018– P22	pàg48.		
A019 – P23	pàg49.		
A020 – PLANTA COBERTA	pàg50.		
 R000 – ALÇATS			
R001 – ALÇAT NORD	pàg51.		
R002 – ALÇAT SUD	pàg52.		
R003 – ALÇAT EST	pàg53.		
R004 – ALÇAT OEST	pàg54.		
 S000 – SECCIONS			
S001 – SECCIO 01	pàg55.		
S002 – SECCIO 02	pàg56.		
S003 – SECCIO 03	pàg57.		
S004 – SECCIO 04	pàg58.		
S005 – SECCIO 05	pàg59.		
S006 – SECCIO 06	pàg60.		
S007 – SECCIO 07	pàg61.		
 T000 – VOLUMETRIA. ESPAI. SECCIONS 3D.			
T001 – SECCIO 3D FUGADA 01	pàg62.		
T002 – SECCIO 3D FUGADA 02	pàg63.		
T003 – SECCIO 3D FUGADA 03	pàg64.		
T004 – SECCIO 3D FUGADA 04	pàg65.		

PRIMERA PART. LA TORRE.

1. Coneixem la Torre

1.1. Introducció a la Torre Telefónica Diagonal 0.0



Font pròpia cortesia d' Oliver Marchena 26/03/2016

A finals de l'any 2009, a la ciutat de Barcelona s'instal·la un dels últims grans projectes arquitectònics i avantguardistes de la capital, instaurant una signatura única dins dels ⁽¹⁾high-rises més sostenibles i innovadors de Catalunya.

De la mà de l'arquitecte Enric Massip-Bosch i el despatx d'arquitectura EMBA, l'edifici Torre Telefónica Diagonal 00, neix com la gran seu corporativa de Telefónica a Catalunya, albergant en el seu interior a més de 1.200 treballadors del grup i instaurant un referent mundial en centres de recerca i desenvolupament de noves tecnologies multimèdia.

L'edifici a nivell arquitectònic es projecta sobre una base amb forma de prisma trapezoïdal, seguint les pautes lineals de l'entorn on està situat, aportant al punt zero de la major avinguda de Barcelona, una marca i referència única a la ciutat.

La torre, que compta amb una altura de 110 metres i gairebé 34.000 metres quadrats construïts, alberga les oficines corporatives a Catalunya de l'empresa internacional de telecomunicacions Telefónica.

Organitzat en 24 plantes trapezoïdals, l'edifici allotja, a més de les oficines corporatives, un auditori que ocupa dos de les seves plantes, un centre de recerca R+D i una zona de recepció de visitants amb espai expositiu en la planta baixa. A més, disposa d'un aparcament de dues plantes sota rasant. Sota la coberta, les dues plantes superiors formen un doble espai amb una terrassa oberta on es troba la sala de reunions del Consell.

L'estructura es basa en l'esquema de nucli central portant on s'emplacen les comunicacions verticals, serveis i instal·lacions i una planta diàfana al seu voltant. A més, el sistema estructural queda reforçat en façana per un doble esquema portant format per pilars interiors i un entramat d'elements de reforç exteriors, que emboliquen un mur cortina de vidre serigrafat.

L'entramat de caràcter portant de la façana es fa més dens a les zones on hi ha una major sol·licitació estàtica, sent més dens en les plantes inferiors i alleugerint-se a mesura que l'edifici guanya alçada.

Ahora, aquesta projecció es realitzà sota unes pautes de construcció basades en tres valors intrínsecs de la companyia, Innovació, Tecnologia i Sostenibilitat.

El seu compromís amb el medi ambient es desenvolupa sota una arquitectura de sostenibilitat on exteriorment es destaca un mur cortina de vidre cobert sobre una estructura exterior que s'eleva fins a l'última planta. La cortina de vidre aconsegueix dotar a l'edifici d'una percepció de transparència on la llum natural flueix a l'interior, augmentant la lluminositat i reduint l'aportació energètica d'ús d'enllumenat.

L'edifici es pot considerar tecnològicament “viu”, mitjançant l'ús de les últimes tecnologies en domòtica i gestió d'edificis intel·ligents, s'aconsegueix un major estalvi energètic potenciant els últims avanços en innovació i desenvolupament sense faltar al seu disseny modernista.

Des d'un sistema de gestió integral es pot visualitzar cada espai de l'edifici, regulant la temperatura de les diferents sales, programant horaris d'ús i aconseguint un enllumenat intel·ligent per instaurar el major confort i eficiència a cada part de l'edifici.

Les últimes tecnologies es deixen entreveure en cada instal·lació, aconseguint una adaptació independent de climatització a cada espai, mitjançant l'ús de climatitzadors, inductors i fancoils dependentment de l'ús que es requereixi; un sistema d'il·luminació per volumètrics amb una gestió independent de cada circuit d'enllumenat, donant l'opció de programar per horari les diferents necessitats de cada espai.

L'edifici també consta dels últims avanços en tecnologia d'ascensors, comptant amb dotze que es controlen des d'un sistema de visualització d'estat. Cinc d'ells estan equipats amb la millor tecnologia en aquest tipus de maquinàries, els 5 m/s de moviment entre plantes i el sistema intel·ligent d'estat-repòs redueixen les esperes entre les vint-i-quatre plantes d'ús a temps òptims.

La Torre Telefónica Diagonal 00 no solament deixa escapar la seva singularitat a l'exterior, sinó que la distribució d'espais interns es deixa veure a les diferents àrees creades per a un ús específic. Dotat amb un auditori i dos amfiteatres amb capacitat d'albergar a 350 persones, aquest edifici compta amb una de les millors àrees de projecció d'esdeveniments de tota la ciutat. Àrees de negocis, sales de reunions, cafeteria d'ús públic, centre de demostracions, botiga Movistar... són solament uns dels pocs exemples que es poden trobar dins de l'edifici.

Els diferents elements que componen aquest mosaic d'innovació i tecnologia, fan d'aquesta seu tota una referència, arribant fins i tot l'any 2011 a conquistar la distinció de “Millor Edifici Comercial Corporatiu” amb el premi ⁽²⁾Leaf Awards, un dels premis d'arquitectura més prestigiosos.

Aquesta gran aposta de Telefónica en aquest tipus de tecnologies per a edificis, fan de la marca un referent mundial en sostenibilitat i contribució amb el medi ambient.

(Mirar annex4.el consorci ofereix informació de la promoció de l'edifici mes amplia y exhaustiva)

(1)gratacels

(2)Premis mundials d'arquitectura

1.2. Entorn i situació

La torre Telefònica, coneguda popularment com Diagonal Zero Zero, ja que es troba a l'inici de l'Avinguda Diagonal, indicant el seu origen; on, es consolida encara més aquest tema mitjançant la seva forma de prisma trapezoïdal que indica l'adreça d'aquesta Avinguda tan important de Barcelona.



Fotografia Google Maps / Ubicació

El seu emplaçament la converteix en una torre molt visible, no només per la seva peculiar forma, sinó també en trobar-se en un entorn proper format per edificis aïllats, la qual cosa fa que no es perdi visió d'aquesta.

D'altra banda l'edifici es troba en una zona de reforma urbanística de Barcelona, el districte 22@, que consisteix en la reforma de 200 hectàrees per a projectes innovadors amb espais moderns per al coneixement, per tant la torre es considera una font de coneixement, productivitat, recerca i innovació.

Està situada en un solar de 4.043,90 m² propietat de l'Ajuntament de Barcelona però que té una cessió d'ús de 50 anys en favor del Consorci de la Zona Franca. Actualment seu de Telefònica a Catalunya.



Font Consorci. Ubicació area districte 22@ al costat del complex diagonal mar i Parc del Fòrum. Recuperat www.elconsorci.es

1.3. Ús

Històricament, en l'actual emplaçament de La Torre Telefònica, es localitzaven les antigues cotxeres d'autobusos de Barcelona, propietat del consorci de la zona franca. La torre Telefònica, sorgeix del concurs que va promoure l'Ajuntament de Barcelona l'any 2000 amb l'objectiu de formar el Fòrum de les Cultures l'any 2004.

Cal esmentar que l'edifici en un primer moment estava destinat a albergar el Gran Hotel Plaça Diagonal, que va guanyar el concurs i es va elaborar el seu avantprojecte. La constructora encarregada del projecte va ser Vinci Construcció l'any 2001, però a causa de l'atemptat de l'11 de setembre a Nova York, va decidir rebutjar el projecte a causa de la caiguda del mercat financer mundial.

En 2006 es va decidir fer un canvi d'ús i passar de ser d'ús privat a ús administratiu. Aquest fet comportà certs canvis; on passà de ser un edifici de 40.000 m² a una edificabilitat subdividida en dues parts, 14.000 m² destinades a una part de l'edifici corporatiu i 26.000 m² a l'administració pública. És en aquest moment en el que la torre Zero Zero passaria a formar part del projecte 22@ i tindria un contracte de lloguer de 50 anys amb un cost 5 milions d'euros anuals.

L'entorn immediat de la torre està format, com ja s'ha comentat amb anterioritat, per edificis aïllats de diferents escales i usos que constitueixen un polígon encara en formació.

L'obra respon a totes les problemàtiques que aquesta tipologia d'edificis tenen. La torre té una façana de vidre amb una estructura blanca damunt que produeix transparències que deixen veure els diferents volums dinàmics que responen a diferents criteris del programa interior i que alhora es relacionen amb les diferents altures dels edificis del seu entorn. El programa de l'edifici respon a una part pública important que vol anar relacionada amb el flux urbà de la zona, situada en la planta baixa i les tres superiors de l'edifici, amb un atri en el vestíbul principal de 30 metres d'altura lliure orientat cap a l'avinguda Diagonal. Aquesta continuïtat de la façana de vidre i l'atri permeten que la torre participi en l'activitat ciutadana del dia a dia i que aquests també puguin participar en l'activitat de l'edifici.

D'altra banda l'edifici consta d'una part privada amb un atri en la planta 17 i que arriba fins a la coronació del mateix orientat cap a la costa del Maresme, una terrassa, un doble espai de la sala de consells situada en la planta 22 i una sala d'actes formada per dos amfiteatres, amb una capacitat per 350 persones, que poden funcionar conjuntament o independentment en grups més petits. *(Mirar annex4.on s'aprecia amb detall els atris)*

A més en la planta 22 es troba un doble espai on es situa la sala de consells i la sala d'actes, orientada cap el Nord-est, on aconsegueixen que la llum durant el dia sigui tènue i indirecta, fent que sigui perfecta per celebrar actes. Com a edifici modern i actual, és obligatori que posseeixi certes estratègies d'estalvi energètic i de sostenibilitat.



Font pròpia cortesia de Víctor Gómez 26/03/2016 Interior del atri.

1.4. Sistema constructiu

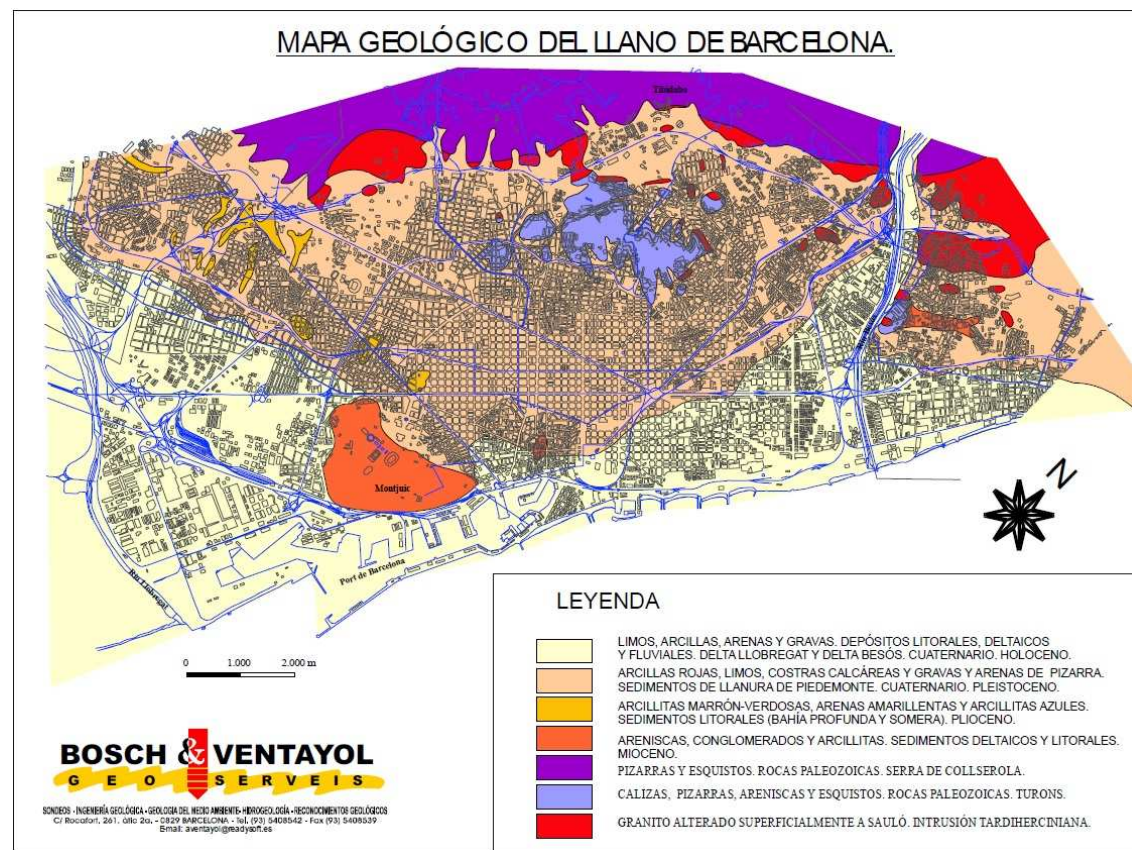
1.4.1. Introducció al sistema constructiu.

A continuació detallem el procés específic utilitzat per a la construcció de l'edifici en qüestió. Per tenir una idea encertada del terreny, fem referència al mapa geotècnic de la Ciutat de Barcelona.

D'aquesta forma podem dir que el litoral català entre altres coses, es caracteritza pel seu contingut en llims, argiles, sorres i graves. Podem afirmar que no es tracta d'un terreny especialment cohesiu.

Inicialment la construcció s'allotja sobre les dues plantes sota rasant, a causa de la seva gran proximitat a la costa, el nivell freàtic es troba a una cota de 2-2,50 metres de profunditat aproximadament.

De manera que arquitecte i constructor decideixen utilitzar el mateix sistema emprat en les edificacions adjacents, com és el cas del complex del el Centre Comercial Diagonal Mar i que veurem en el següent apartat.



Font Bosch y Ventayol (2016) serveis geotècnics. Recuperat de www.boschventayol.com

1.4.2. Well Point

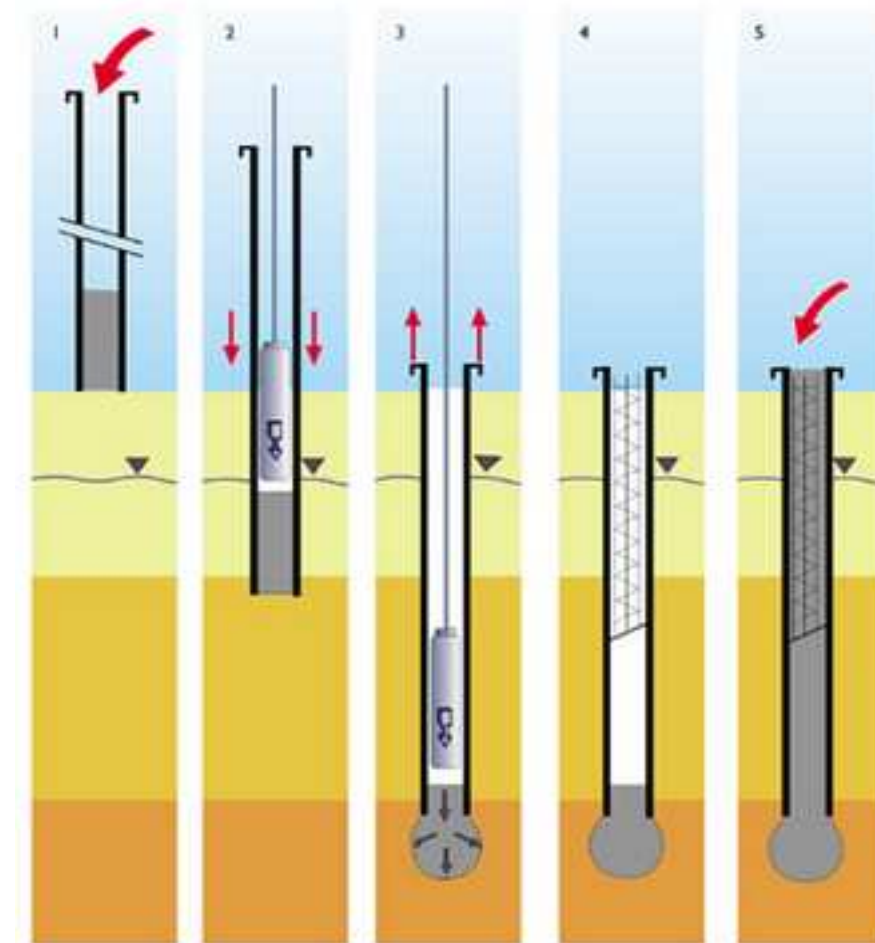
Per resoldre el problema del nivell freàtic i poder seguir endavant amb el projecte, es va decidir utilitzar el procés constructiu de ⁽³⁾wellpoints.

El procés de ⁽³⁾wellpoints, és un sistema de bombeig generant el buit, que serveix per controlar el descens d'aigua subterrània. És un sistema amb gran eficiència per a excavacions la cota de les quals es troba per sota del nivell freàtic, com és el cas de l'edifici analitzat.

Es produeix una aspiració d'aigua mitjançant el buit creant nombrosos punts de captació repartits pel solar a construir que succionen l'aigua del terreny a una velocitat que depèn exclusivament de la permeabilitat del sòl i que controlen la humitat del mateix.

Els punts de captació són unes llances que varien de 2,5 a 6 metres, separades entre 1 i 1,5 metres de forma paral·lela al voltant de la rasa d'excavació.

Una vegada feta tota la instal·lació es succiona l'aigua per eliminar el nivell freàtic i poder treballar sobre un terreny completament sec, permetent un correcte formigonat de la fonamentació. Una de les problemàtiques d'aquest procés constructiu és l'alçada d'aspiració si es requereix una profunditat molt elevada, s'haurà de realitzar escalonaments, per aconseguir un bon resultat.



Font Universitat de Navarra (2016) departament geotècnia. Recuperat de www.universitatnavarra.com

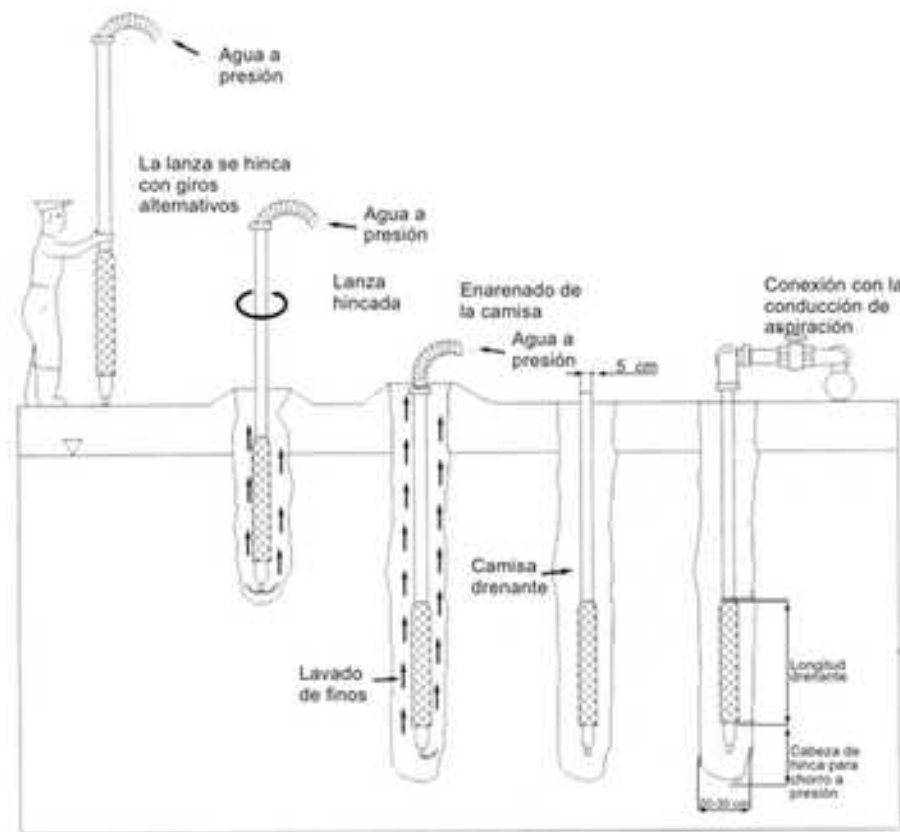
El procés constructiu, des de l'inici es va plantejar en dues fases ben acotades:

En primer lloc la construcció de l'estructura principal i fonaments de la mateixa; nucli, façanes i forjats. I en segon lloc el muntatge de l'estructura exterior (entramat de bambú).

1.4.3. Fonamentació

L'empresa responsable d'aquesta etapa del projecte va ser Terratest Cimentaciones, S.L. Com hem comentat amb anterioritat, l'edifici està format per un nucli interior i un perímetre portant de mur pantalla.

La fonamentació del nucli es va realitzar mitjançant murs pantalla de 50 metres de profunditat i 1,2 metres de d'espessor, amb ancoratges i pilots en el seu final i, per suportar l'estructura exterior de murs pantalla de 30 m. Una vegada realitzats els murs pantalles es va precedir a la fase dos, que consistia a arribar a planta sota rasant. A mesura que s'excavava es subjectaven les pantalles fins a la cota corresponent i es finalitzava amb més de 200 pilots de 25 metres de profunditat.



Proces ejecución pylon (2009) Cimentaciones. Recuperat de www.construmatica.com

Malgrat la cerca realitzada en la matèria no hem trobat de quina classe de pilots es tracten, però creiem amb certesa que l'arquitecte va escollir un pilots tipus CPI-4 o CPI-5. Encara que un és de camisa perduda i l'altre recuperable, tots dos funcionen bé amb nivell freàtic reposant en punta sobre l'estrat dur de terreny i es poden construir fins a profunditats de 30 metres. Creiem que el més encertat és el tipus de piloti CPI-5 ja que compliria amb les exigències del projecte.

Aquesta tipologia de pilots es realitza com pilots de desplaçament per "hinca" i no fa falta l'extracció de terres i per impacte de maça en caiguda lliure fins a arribar al rebuig del pilot.

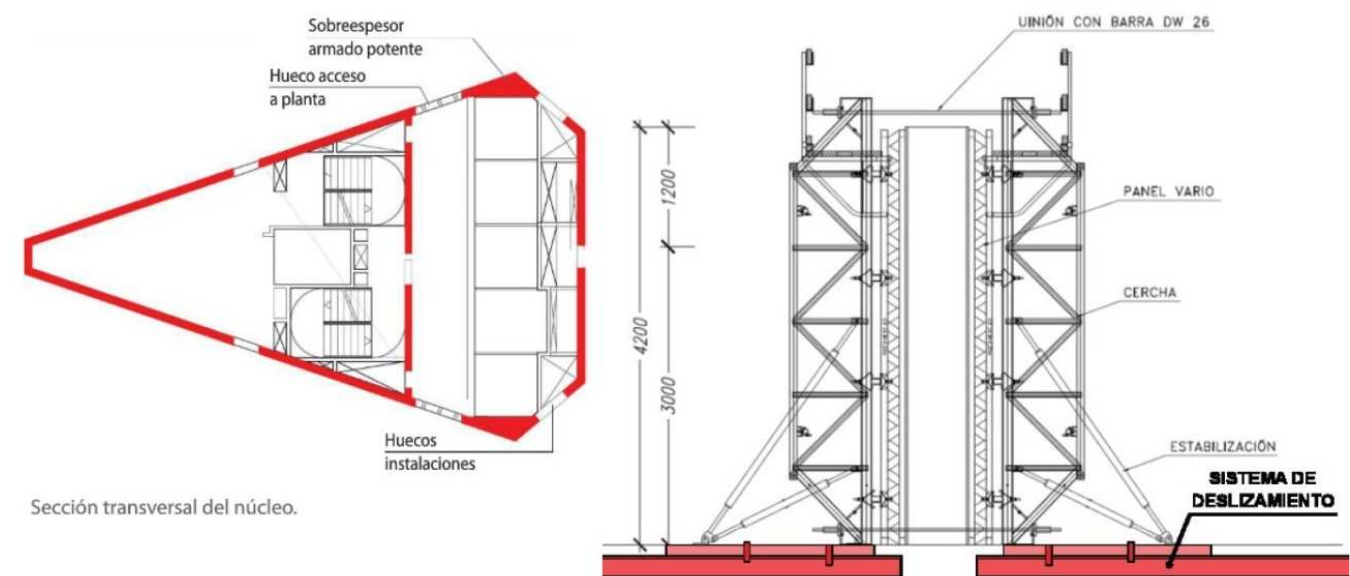
El tap de grava s'introdueix prèviament en el tub i compactat amb força fins a aconseguir un tap d' almenys 3 vegades de diàmetre.

El cop al tap és el que ens permetrà arribar a la profunditat desitjada. Una vegada arribada a aquesta, es passa a la col·locació de l'armadura i es comença el formigonat. La vibració de les terres s'aconsegueix a causa dels cops que tap produeix, permetent la reducció dels buits i millorant el terreny que abraça al pilot.

Alhora pot resultar més econòmic a causa que la no extracció de terres evita el transport de les mateixes. Tenint en compte que és de camisa perduda, és més costós però, alhora protegirà al formigó dels clorurs, mareas i altres agents que puguin causar danys a la fonamentació.

1.4.4. Nucli interior

L'esquema estructural base de l'edifici s'anomena tub en tub. El nucli o tub interior és la columna vertebral de l'edifici subjecte a estudi i presenta com a característica fonamental la gran diferència de capacitat portant respecte a la flexió, entre les dues direccions principals. Així, en la direcció longitudinal, el sistema és tremendament eficaç, tant pel fet de presentar un gran braç intern de forces, com perquè ofereix al vent unes dimensions molt reduïdes, considerant el seu perfil afuat, amb una aerodinàmica òptima. Per contra en la direcció transversal del vent són molt més grans, el perfil aerodinàmic és menys favorable i el braç interior de forces més reduït, però, sobretot, resulta molt més desafortunat pel fet que les obertures d'accés a les diferents instal·lacions i els accessos en totes les plantes incideixen completament en les zones de màxima exigència resistent, cosa que influeix sensiblement en el comportament estructural de la peça. Això obliga a utilitzar formigons d'alta resistència (en aquest cas formigó armat HA-300 vist), a disposar de sobre gruixos locals que obliguen a col·locar estructures molt poderoses en aquestes zones, per tal d'obtenir les capacitats mínimes exigides en termes de resistència i deformació.



Sección nucli (2016) Sistema de encofrat. Recuperat de www.técnicasdeconstrucción.org

(3) Fan: ventilador/Coil; bateria; Sistema de climatització per aigua, format per una bateria d'intercanvi de calor per on transcorre aigua freda i calenta, el ventilador fa circular l'aire pels conductes de distribució.

Cal citar que, el formigó que compona aquest nucli interior, i que es realitzà amb un acabat vist, proporciona estèticament parlant, un efecte de calidesa a l'espai de treball a causa del color i la tonalitat que aquest aporta. Aquest acabat arquitectònicament parlant va ser molt important en la filosofia de la seva projecció doncs, amb aquest acabat es pretén donar aquest aire de naturalesa dins d'un edifici amb espais diàfans molt homogenis i d'acabats estèticament molt superficials. La forma d'aquest nucli interior és pràcticament homotètica amb el perímetre exterior de la planta de l'edifici i en aquesta, s'alberguen les comunicacions d'escaleres, els ascensors i una molt important del total de les instal·lacions de l'edifici.

Nucli principal i sistema d'encofrat lliscant

Aquest nucli dona suport a cadascuna de les plantes i resisteix els esforços de compressió que pugui sofrir l'edifici, i diem suport perquè no és responsable 100%, ja que l'estructura exterior comparteix aquests esforços de compressió amb el nucli. Els forjats de plantes estan realitzats a base de lloses de formigó armat pretensat. Cal citar que, la forma de la Torre determina llums transversals molt variables entre el nucli i la façana, amb un mínim de 8 metres a les zones paral·leles als costats longitudinals i un màxim de 16 metres a les zones que estan a banda i banda dels vèrtexs longitudinals del nucli interior. Aquest pretesat de les lloses és necessari per controlar el seu gruix així com el pes i el cost d'aquesta.

Alhora aquestes es disposen elàsticament encastades en el nucli central de formigó armat i, articulades quan recolzen en la façana interior de suports verticals metàl·lics.

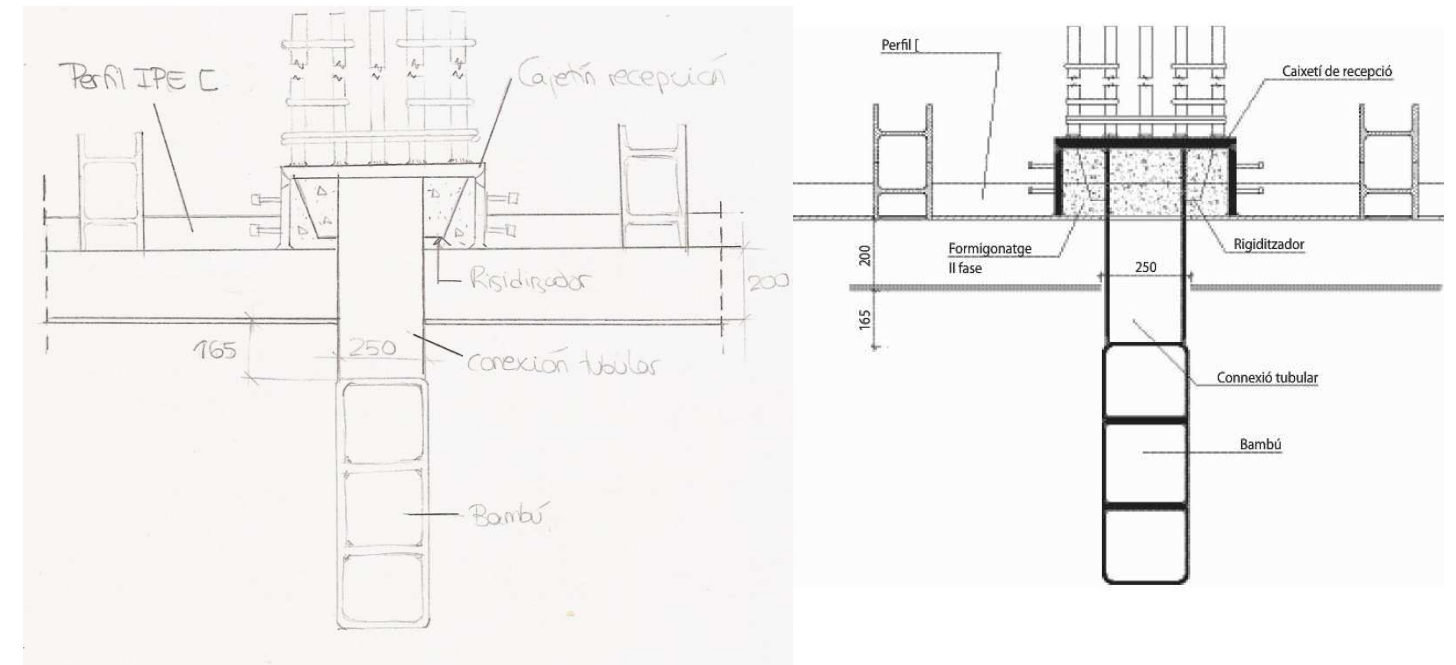
El sistema estructural anteriorment descrit es complica a més a causa de l'existència dels atris, tant l'inferior que crea una altura lliure de 30 metres, com el superior en la planta 17. El nucli té un comportament estàtic no-lineal, és a dir, el seu centre de gravetat es desplaça respecte al centre de gravetat d'un prisma pur.

En aquests espais, les façanes perden l'arriostament proporcionat pels forjats, donant lloc a longituds de vinclament dels suports interiors molt elevades que haguessin requerit de seccions desproporcionades.

Per evitar aquest fenomen i mantenir les longituds de vinclament corresponent a una altura de pis, es van dissenyar unes bigues mixtes (bigues de pati) de gran rigidesa en el plànol horitzontal capaços de proporcionar un arriostament horitzontal similar al dels forjats. Aquestes bigues absorbeixen les accions horitzontals i les transmeten a les zones de forjat massís contigües.



Encofrat nucli central (2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH arquitectes. Recuperat www.emba.cat



Detall secció transversal unió estructura bambú amb caixetí recepció cortesia (2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH Recuperat de www.emba.cat

Respecte a les distribucions interiors en relació a la forma de l'estructura, podem definir-ho com un esquema completament eficient; la seva distribució ha de canviar habitualment i en configuracions no previsibles.

Aquest sistema constructiu millora notablement la situació de l'edifici davant de situacions extremes, com pot ser un terratrèmol.

1.4.5. Façana

La façana és l'altre element que conforma el sistema Tub en tub esmentat. El sistema constructiu en tota la façana es realitza mitjançant grans panells modulars, semblat al sistema de mur cortina. Els panells modulars estan formats per dos vidres separats per una cambra d'aire, els perfils verticals i horitzontals són de fusteria d'acer tipus Schüco, units entre ells amb silicona estructural tant en les unions verticals com en les horitzontals, formant el sistema constructiu establert en l'estudi. Per tant, segons el seu sistema de fabricació parlem de sistema Unitized combinat amb silicona estructural, ja que completament tots els panells modulars es premunten en fàbrica i s'uneixen els mòduls entre si, amb silicona estructural.

Els components de la façana són els següents:

- Perfils muntants i travessers
- Vidre amb cambra d'aire
- Ancoratge en el forjat
- Silicona selladora estructural
- Peces metàl·liques “bambú”

Les façanes modulars tenen diversos avantatges respecte les façanes conformades amb peces petites o amorfes. Són les següents:

- El temps d'instal·lació és més ràpid. Per aquest motiu es podrien complir millor els terminis de lliurament de l'obra sense dependre de les condicions climàtiques.
- Menor espai d'acopi necessari en l'obra
- Major qualitat en els acabats.
- Àmplia gamma de productes del sistema oferint flexibilitat.

El muntatge de façanes mitjançant el sistema d'elements modulars, facilita la col·locació i la rapidesa en la seva col·locació, ja que a diferència d'altres sistemes, aquest té els muntants i travessers integrats en el panell. Els extensos assajos dels sistemes realitzats per reconeguts instituts proporcionen més seguretat durant la planificació.

Val a dir que, En aquest tipus de construcció, com en totes les altres es busca una compatibilitat entre l'estructura i l'envolupant. L'estructura ha de suportar:

- Assentaments diferencials de la fonamentació.
- Esgurçament estructural a causa de la compressió.
- Deformacions horitzontals i verticals provocades pel vinclament i vent.
- Deformacions higròtermiques de temperatura i humitat.

D'altra banda el tancament ha de ser capaç de suportar:

- Deformacions mecàniques de pressió i per la succió del vent.
- Deformacions higròtermiques igual que l'estructura.

L'estructura interna de la façana, està formada per perfils de secció molt esvelta i una distància entre ells de 135cm. Els perfils són HEB 160 de 16x32 cm en la part inferior de l'edifici i 16x16 cm en la part superior de l'edifici a causa que ja no és necessari tant dimensionament.



Posada en obra perfil·leria SCÚCHO(2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH arquitectes . Recuperat emba.cat

Els perfils HEB 160 contenen una capa de imprimació i una projecció de llana de roca per evitar la propagació del foc en cas d'incendi. I com a acabat final d'aquests pilars, farà falta col·locar dues xapes en “U”, tancant així el pilar.

L'estructura exterior de façana es denomina “tipus bambú” inspirada per l'arquitecte, la peculiaritat de l'estructura trobem l'entramat d'acer que li dona un aspecte imponent al nostre edifici, que sota el nostre punt de vista és el més interessant, l'arquitecte en comptes d'edificar una estructura simple com qualsevol edifici d'habitatges ha aconseguit dividir les sol·licitants de càlcul de l'edifici en parts. És a dir, la compressió i estabilitat estructural les assumeix el nucli, la compressió “perimetral” és a càrrec dels perfils rectangulars i els moments de flexió, torsió i altres flexions compostes les adquireix l'entramat exterior. Són uns perfils d'acer de 68 x 24 cm de secció col·locats estratègicament.

Durant la instal·lació dels panells Schüco, els elements modulars de la fusteria. El procés constructiu ens va permetre veure certs aspectes importants; es poden observar 4 panells d'acer de color blanc amb una circumferència en el seu interior. Aquí és on es connecten els perfils exteriors i al seu torn connecten amb la llosa de formigó de cada planta mitjançant un post-tibat.



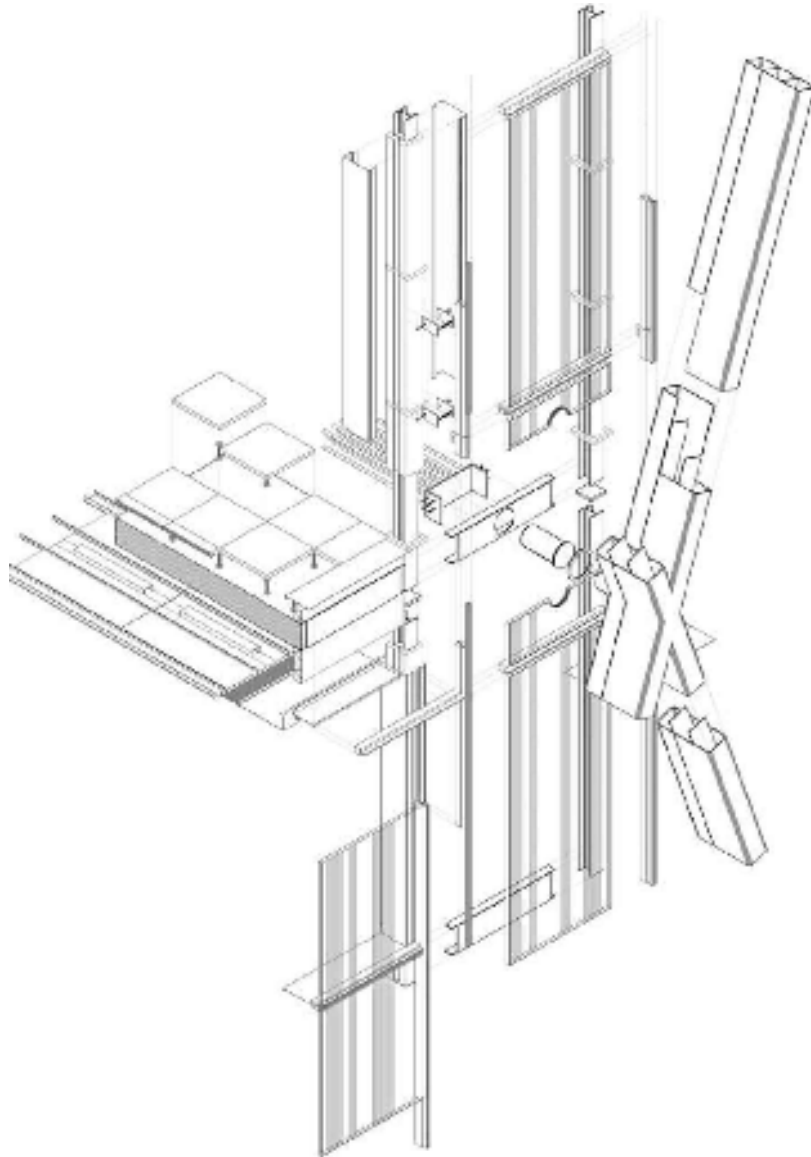
Detall conexió bambú (2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH Recuperat de www.emba.cat

Aquests són els diferents punts de connexió units amb la llosa de formigó fase III (Caixetí de recepció), connectant-se amb l'entramat estructural, que estan repartits de forma específica per tot l'edifici calculat prèviament.

Tant l'estructura exterior com la interior de façana de l'edifici es van fabricar en taller i es van muntar en obra. Industrialitzant la forma de realitzar la façana perimetral per mecanitzar el procés constructiu.

L'amidament del projecte és el següent:

- Estructura interna de pilars 997 TN
- Bigues de pati 423 TN
- Estructura externa 822 TN
- Arriostaments i ancoratges 123 TN
- **Total 2.365 TN**

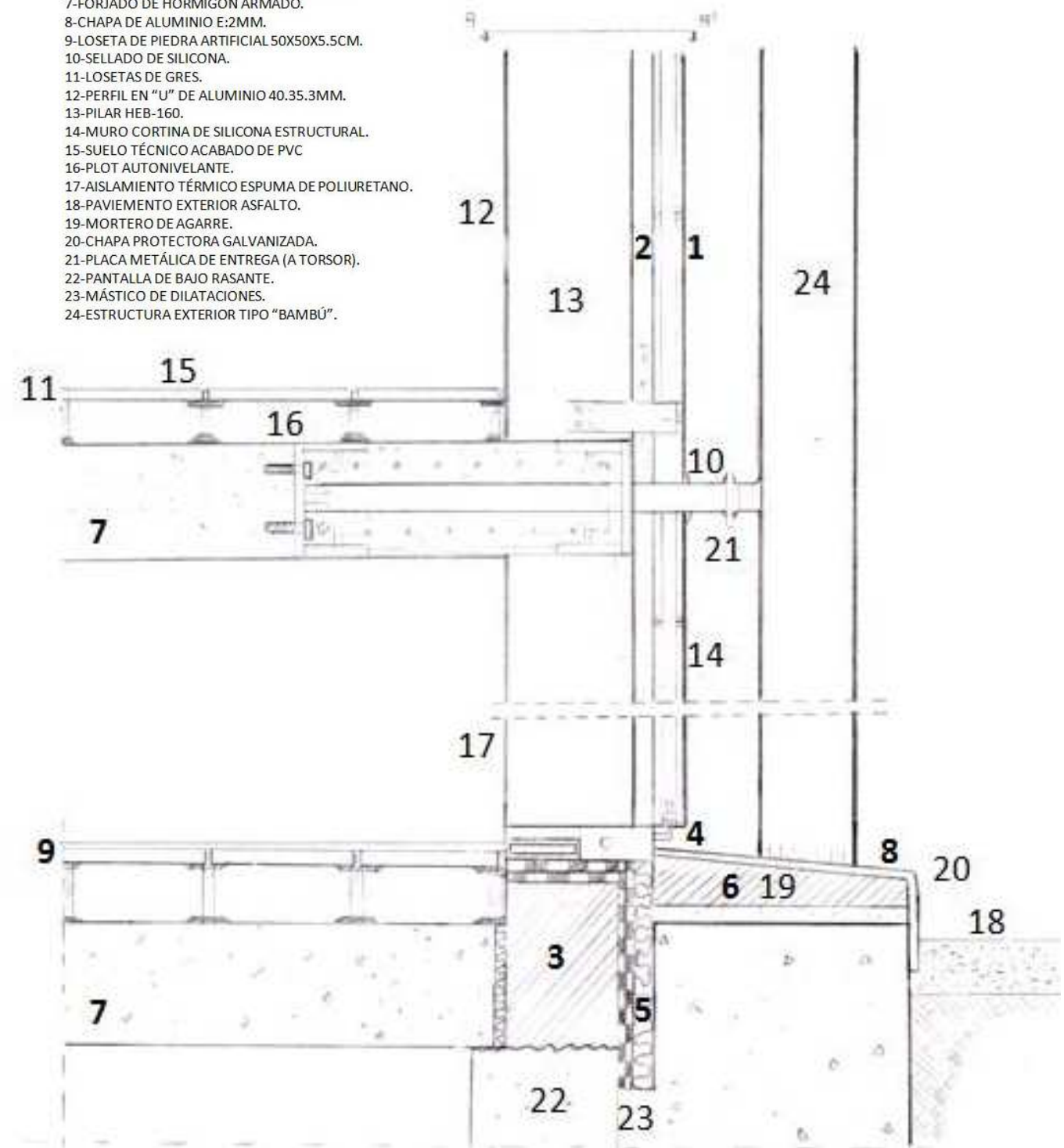


Detall secció transversal (2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH Recuperat de www.emba.cat

DETALL TROBADA LLOSA AMB FAÇANA.

LEYENDA TÉCNICA

- 1-VIDRIO EXTERIOR DE MURO CORTINA.
- 2-VIDRIO INTERIOR DE MURO CORTINA.
- 3-PANEL DE FIBROSILICATO E:45MM PARA SECTORIZAR INCENDIO.
- 4-CARPINTERIA DE ALUMINIO TIPO SHÜECO SK56.
- 5-POLIESTIRENO EXTRUSIONADO ALTA DENSIDAD E:6CM
- 6-HORMIGÓN PARA FORMACIÓN DE PENDIENTES
- 7-FORJADO DE HORMIGÓN ARMADO.
- 8-CHAPA DE ALUMINIO E:2MM.
- 9-LOSETA DE PIEDRA ARTIFICIAL 50X50X5.5CM.
- 10-SELLADO DE SILICONA.
- 11-LOSETAS DE GRES.
- 12-PERFIL EN "U" DE ALUMINIO 40.35.3MM.
- 13-PILAR HEB-160.
- 14-MURO CORTINA DE SILICONA ESTRUCTURAL.
- 15-SUELO TÉCNICO ACABADO DE PVC
- 16-PLOT AUTONIVELANTE.
- 17-AISLAMIENTO TÉRMICO ESPUMA DE POLIURETANO.
- 18-PAVIMENTO EXTERIOR ASFALTO.
- 19-MORTERO DE AGARRE.
- 20-CHAPA PROTECTORA GALVANIZADA.
- 21-PLACA METÁLICA DE ENTREGA (A TORSOR).
- 22-PANTALLA DE BAJO RASANTE.
- 23-MÁSTICO DE DILATACIONES.
- 24-ESTRUCTURA EXTERIOR TIPO "BAMBÚ".



Detall secció transversal (2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH Recuperat de www.emba.cat

1.4.6. Acabats

Interiorment la majoria de les plantes són espais oberts i molt lluminosos, a causa de la necessitat de mobilitat. La solució més viable és la realització de les divisions interiors i els sostres de plaques de guix laminat. El color blanc dels paraments proporciona un augment de la lluminositat, la façana exterior permet el pas de la llum i el color blanc reflecteix els rajos solars.

A causa de la funcionalitat de l'edifici, i la previsió de poder albergar a un gran nombre de persones, tots els sostres són insonoritzats, evitant que el so de possibles convencions pugui alterar el ritme de treball de les oficines.

Un altre aspecte representatiu pel que fa als acabats, és la utilització de vinils longitudinals exteriors que emmarquen tot en el vidre que conforma la façana. És un element que crida molt l'atenció, simplement perquè un simple vinil evita que els rajos solars entrin directament i permet un estalvi energètic important.

D'altra banda, avui dia, qualsevol arquitecte busca en les seves obres uns aspectes que siguin diferenciadors de la resta d'edificacions i que el seu edifici es vegi diferent i únic. El color blanc del vinil té la capacitat d'absorbir el color sigui la circumstància ambiental que sigui, és a dir, que en un dia ennuvolat la torre Zero Zero tindrà un color grisenc i al capvespre adquirirà un color vermellós.



Vista interior planta tipus (2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH Recuperat de www.emba.cat

Amidaments d'acabats:

- 2500 Tn d'acer laminat.
- 16.000 m² de vidre serigrafiat.
- 880 t de bambú.
- 18.000 m² de sòl tècnic.
- 25.000 m² de sostres insonoritzats.
- 13.000 m² de llana de roca ignífuga.

1.4.7. Fusteria

A més del seu atractiu entramat de perfils, la fusteria utilitzada en la Torre, pren una rellevància fonamental. En primer lloc ha d'evitar la transmissió de calor mitjançant trencament de pont tèrmic. Entre altres beneficis proporciona un important estalvi energètic i manté a ratlla les condensacions produïdes pel xoc de l'entorn amb l'ambient interior.

Es va triar el mur cortina modular de perifèrica d'alumini blanc i vidre serigrafiat, concretament fusteria de la casa Schüco skyline S65. (*Especificacions Annex 5*).

En l'àmbit funcional de la fusteria i especialment el propi cristall, hi ha un aspecte simple però que ens ha cridat molt l'atenció. És la serigrafia inclosa de color blanc, tal i com hem citat en l'apartat anterior. El color blanc a diferència del negre es caracteritza per absorbir menys energia a més d'evitar que els propis rajos solars incideixin a l'interior. Aquest acabat crea un efecte òptic proporcionant diferents sensacions visuals segons el moment del dia i l'estació de l'any, en funció del color del cel l'edifici tindrà un color o un altre.

En tractar-se d'un vidre més ample i amb càmera, funciona com una façana ventilada permetent la circulació de l'aire pel seu interior.

El schuco S65 té diversos avantatges respecte a les diferents fusteries existents al mercat:

- Vistes d'ample constant en tot el recorregut, fins a 65 mm
- Alta estabilitat dels mòduls mitjançant perfils buits i fabricació en *inglete.
- Excel·lent estanqueïtat gràcies al sistema de cambra d'aire.
- Molt bones característiques constructives, confirmades per proves independents
- Valor Uf fins a 1,75 W/m²K
- e-connect: Interfície per a la connexió de components elèctrics, independentment del sistema, incloent la col·locació oculta, segura i eficient de cables elèctrics dins del mòdul.



Secció transversal de perfil Schüco(2012) SCHÜCO. www.schueco.com

1.4.8.Coberta

La coberta que conforma l'edifici subjecte a estudi, és de tipus plana invertida transitable amb sòl tècnic elevat mitjançant plots autonivellants. La coberta invertida presenta els següents avantatges respecte les cobertes tradicionals:

- Protecció de la làmina impermeabilitzant enfront d'agressions mecàniques i a la degradació provocada pels rajos ultraviolats.
- Eliminació de condensacions en l'aïllant
- Major separació entre les juntes de dilatació, quedant així millor protegida als agents meteorològics
- Manteniment més còmode.

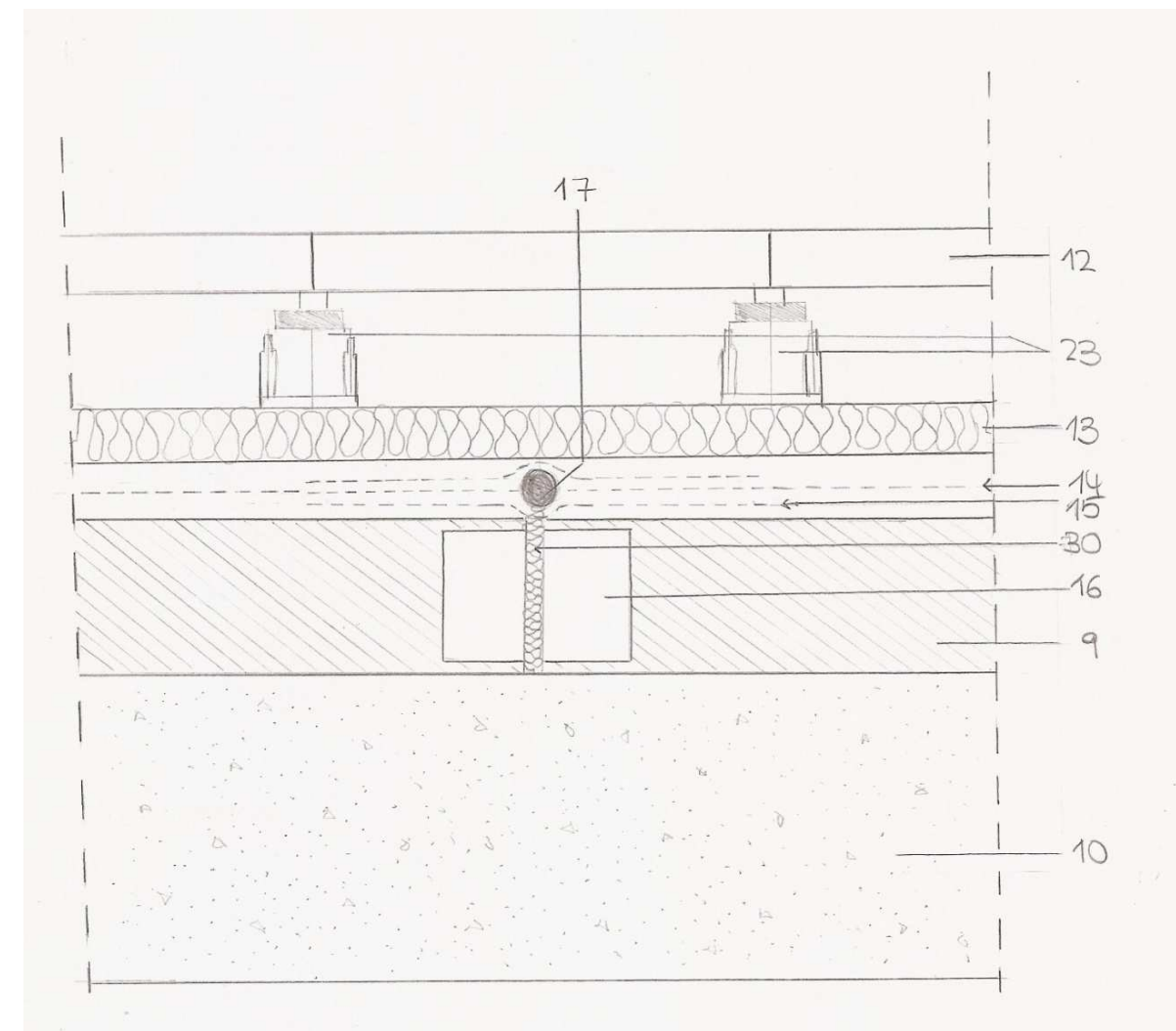
Aquesta ubicació de la capa aïllant aporta els següents efectes:

- Reducció del xoc tèrmic sobre la membrana impermeabilitzant.
 - Disminució de temperatures extremes sobre la membrana impermeabilitzant, evitant possibles esquerdes o trencaments d'aquesta.
 - Rapidesa d'execució, ja que és possible la seva col·locació sota condicions adverses.
 - Actuació de la membrana impermeabilitzant com a barrera de vapor
- Per tant, el sistema de coberta invertida elimina virtualment qualsevol risc de condensació intersticial ja que la membrana contra el vapor es manté calent i molt per sobre del punt de rosada.
- Menys incidència a la mà d'obra.
 - Espessor uniforme al llarg de tota la capa aïllant

L'aïllament escollit al nostre edifici, poliestirè extrudit i admet una deformació màxima del 2% en un termini de fins a 50 anys.

La manera de solucionar el paviment de la coberta transitable del nostre edifici ha estat col·locant un sòl flotant o tècnic, que consisteixen en lloses elevades sobre plots autonivellants. Aquest paviment tindrà una resistència a la compressió ≥ 200 kPa (20.000 kg/m²).

DETALL SECCIÓ GENERAL COBERTA



LEYENDA TÉCNICA

- 9-HORMIGÓN PARA FORMACIÓN DE PENDIENTES
- 10- FORJADO DE HORMIGÓN ARMADO
- 12- LOSETA DE PIEDRA ARTIFICIAL 50X50X5.5CM
- 13-POLIESTIRENO EXTRUSIONADO ALTA DENSIDAD E:6CM
- 14-TELA ASFALTICA
- 15-LÁMINA GEOTEXTIL ANTIPUNZAMIENTO 48gr/m2
- 16-LADRILLO HUECO 24X14X9cm
- 17-SELLADO DE SILICONA.
- 23-PLOT AUTONIVELANTE
- 30-MÁSTICO DE DILATACIONES



Vista planta coberta (2013) TC cuadernos / EMBA&BOSCH Recuperat de www.emba.cat

DETALL SECCIÓ FUSTERIA AMB TROBAMENT LLOSA.

La coberta transitable invertida està formada per una capa de morter de pendent damunt del forjat, cada 20 - 25m² conté un màstic per dilatacions de poliestirè extrudit d'un espessor de 2cm, que serveix per absorbir les dilatacions del morter. El màstic conté dos totxanes de 28x14x9cm, un a cada costat per poder mantenir l'estabilitat vertical d'est.

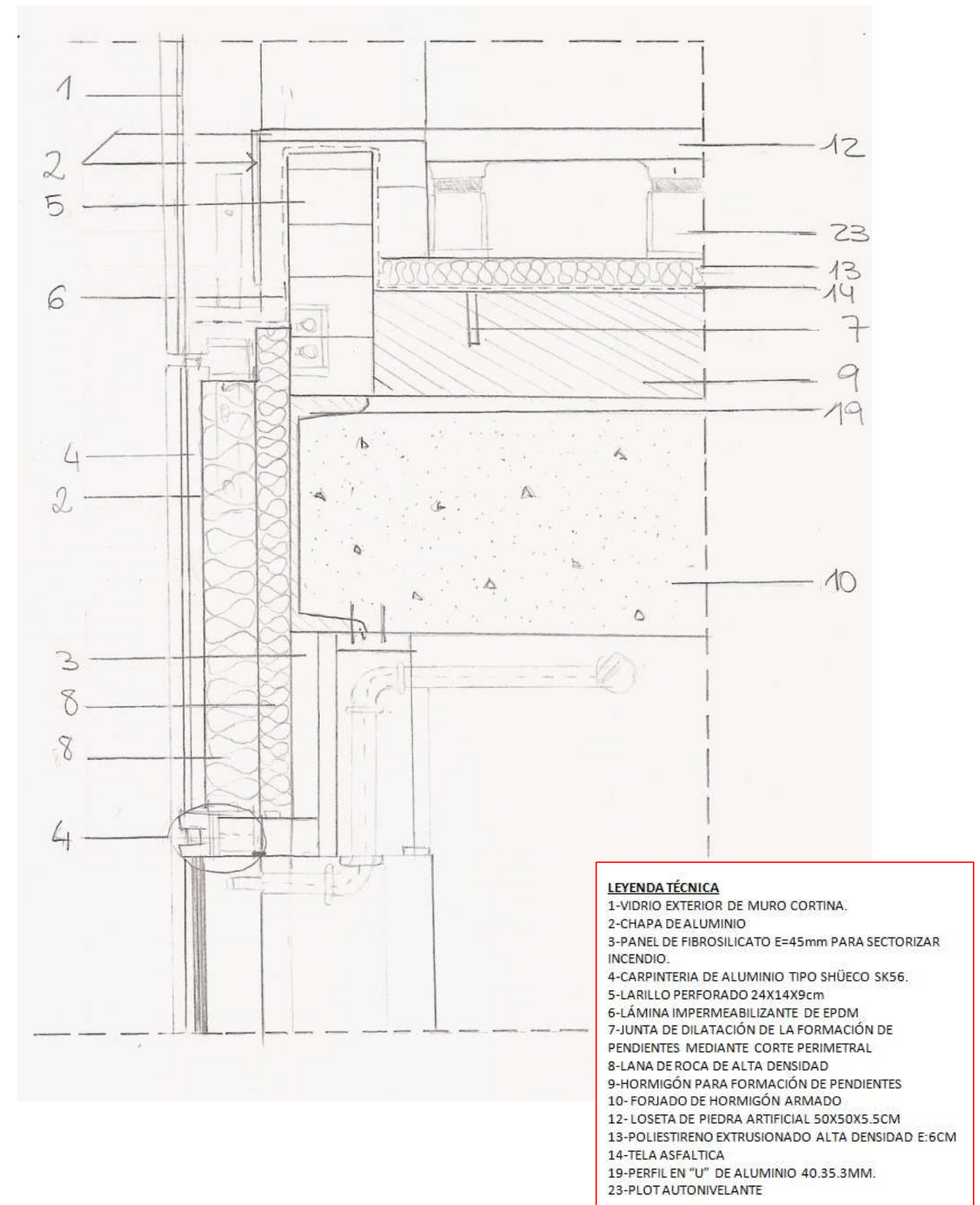
Sobre aquesta capa de pendent es col·loca la làmina impermeabilitzant, tela asfàltica, que evita que l'aigua penetri a l'edifici.

Es col·loca un geotèxtil protector antipunxonaments de 48 gr/m2 en la part superior i inferior de la tela asfàltica per minimitzar raspadures o altres danys mecànics que poguessin deteriorar la làmina impermeabilitzant.

En la unió del màstic amb la làmina asfàltica s'aplica un segellat de silicona perquè el poliestirè extrudit del màstic quedi protegit.

Posteriorment es col·loca l'aïllament, en aquest cas serà poliestirè extrudit d'alta densitat d'un espessor de 6 cm.

Sobre l'aïllament aniran els plots autonivellants, col·locant-los en cada junta d'unió entre 4 peces de les que conformaran l'acabat del paviment transitable de la coberta que seran de tipus terratzo i que aniran sobre els plots autonivellants esmentats.



2. Analitzem la Torre

2.1. Sostenibilitat

En el Diagonal Zero Zero s'han aplicat diferents estratègies de sostenibilitat. Convertint-ho en un edifici referent. Aquestes estratègies combinen solucions eficients i molt fàcils de realitzar.

- Aprofitament de les aigües grises, que s'utilitzen per a les descàrregues dels inodors.
- La minimització de la seva despesa elèctrica gràcies a la connexió al ⁽⁴⁾District Heating and Cooling del Besós, que aprofita les calors residuals.
- Ventilació amb recuperació entàlpica.
- La façana de l'edifici, minimitza l'aportació de radiació solar per la inclusió de capes tèrmiques al vidre.
- Les proteccions solars s'han realitzat amb entramat metàl·lic exterior de 70 cm de profunditat, que actua com a primer element de protecció solar.
- La capa magnotrònica de control solar.
- Control lumínic de la il·luminació artificial s'aconsegueix mitjançant lluminàries eficients, sensors de presència i crepuscle.

A més de totes aquestes estratègies de sostenibilitat es duu a terme un alt control dels consums energètics.

2.1.1.Zona climàtica.

Per poder analitzar la seva zona climàtica començarem amb que l'edifici està situat a Barcelona, per tant correspon a un clima mediterrani, amb temperatures moderades a l'hivern i estius càlids per sense temperatures molt elevades. Per saber el seu clima, ho comprovarem en la taula G.2 del CTE-DB-HE1.

Tabla G.2 Datos climáticos mensuales de capitales de provincia, T en °C y HR en %

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Albacete	T _{med}	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3
	HR _{med}	78	70	62	60	54	50	44	50	58	70	77	79
Alicante	T _{med}	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25,0	25,5	23,2	19,1	15,0	12,1
	HR _{med}	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Almería	T _{med}	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	22,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,3
	HR _{med}	70	68	66	65	67	65	64	66	66	69	70	69
Avila	T _{med}	3,1	4,0	5,6	7,6	11,5	16,0	19,9	19,4	16,5	11,2	6,0	3,4
	HR _{med}	75	70	62	61	55	50	39	40	50	65	73	77
Badajoz	T _{med}	8,7	10,1	12,0	14,2	17,9	22,3	25,3	25,0	22,6	17,4	12,1	9,0
	HR _{med}	80	76	69	66	60	55	50	50	57	68	77	82
Barcelona	T _{med}	8,8	9,5	11,1	12,8	16,0	19,7	22,9	23,0	21,0	17,1	12,5	9,6
	HR _{med}	73	70	70	70	72	70	69	72	74	74	74	71
Bilbao	T _{med}	8,9	9,6	10,4	11,8	14,6	17,4	19,7	19,8	18,8	16,0	11,8	9,5
	HR _{med}	73	70	70	72	71	72	73	75	74	74	74	74

(4)Calefacció urbana/calefacció de districte; és on l'energia tèrmica es distribueix d'igual forma que es fa amb el gas, l'electricitat,telecomunicacions...

En aquesta taula podem observar la mitjana de Tº en ºC i la Humitat Relativa en % de cada mes i comprovem que no estarà exposat a temperatures extremes en cap mes, encara que les humitats siguin elevades respecte a altres ciutats a causa de la seva alta proximitat al mar. Segons especifica la taula D.1 del Codi Tècnic de l'Edificació, ens trobem en una zona climàtica C2.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1

El tipus de zona climàtica posseeix unes característiques que ens determinen uns valors concrets de transmitància que hauran de complir els elements de la façana per complir totes les exigències higrotèrmiques de l'edifici. Aquests valors els trobarem en la taula 2.1 del CTE-DB-HE1.

- Transmitància límit de muros de fachada
Y cerramientos en contacto con el terreno $U_{Mlim} : 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Transmitància límit de suelos $U_{Slim} : 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Transmitància límit de cubiertas $U_{Clim} : 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Factor solar modificado límit de lucernarios $F_{Lim} : 0,32$

Amb els valors límits de transmitància, podem obtenir els valors de transmitància de tancaments segons la taula 2.1 del CTE-DB-HE1.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m
(2) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos
(3) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

En el nostre cas ens interessa la transmitància tèrmica de vidres i marcs, ja que és del que està composta la nostra façana.

- Vidres i marcs Zones C: 4,40 W/m²K

2.1.2. Estudi Higrotèrmic.

- Càlcul de l'envolupant tèrmic

TRANSMITÀNCIA DE MUR FAÇANA

Resistència tèrmica R_T (R_T) = R_{si} + R_{se} + R_t + R_c

R_{si} : 0,13 m²K/W
 R_{se} : 0,04 m²K/W

Valors obtinguts de la taula I.1 Resistències tèrmiques superficials de tancaments en contacte amb l'aire exterior. A l'apartat de tancaments verticals

R_c : 0,16 m²K/W : valor obtingut de la taula I.2 Resistències tèrmiques de cambres d'aire en m²K/W a partir d'agafar un gruix de cambra d'aire d'1.50 cm.

$$R_t = \sum \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n}$$

La proposta de la façana que col·locarem serà la següent i hauré de comprovar que compleix els diferents càlculs higrotèrmics.

- Vidre: $e_1 = 1$ cm, $\lambda_1 = 0,80$ W/mK
- Càmbra d'aire : $e_2 = 1,50$ cm, $\lambda_2 = 0,16$ W/mK
- Vidre : $e_3 = 0,5$ cm, $\lambda_1 = 0,80$ W/mK
- Vidre: $e_3 = 0,5$ cm, $\lambda_1 = 0,80$ W/mK

$$R_t = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_4}{\lambda_4} = \frac{0,01}{0,8} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{0,005}{0,8} = 0,025 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 0,13 + 0,025 + 0,16 + 0,04 = 0,355 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{Mur} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,355} = 2,816 \text{ W/m}^2\text{K}$$

La casa comercial Scüco S 65, ens proporciona una $O = 1,68$ W/m²K, però nosaltres realitzant els càlculs per separat obtenim un valor diferent. Per fer el procediment del càlcul higrotèrmic utilitzarem la transmitància de la casa comercial, per tant obtindrem un $R_T = 0,60$.

Una vegada trobat el valor de transmitància de la nostra façana hem de comprovar que no sigui superior a la qual ens permet el CT-BD-HE, com hem realitzat a l'apartat anterior, sabem que estem en una zona climàtica C2, la qual ens dóna uns valors màxims de transmitància tèrmica, tant per a murs de façana, sòls i cobertes.

$$U = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Per tant el valor de transmitància de la nostra façana haurà de ser inferior a aquest.

$$2,816/1,68 > 0,73 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ NO COMPLEIX}$$

TRANSMITÀNCIA PILAR (16x32)

A partir de la taula 2.1 Transmitància tèrmica màxima de tancaments i particions interiors, trobem que el valor de murs de façana a la zona climàtica C i ha de ser inferior a $O = 0,95$ W/m²K.

Els pilars que trobem en la façana són dos perfils HEB 160 soldats i pintats amb una protecció anticorrosió.

λ acer = 47-58 W/mK

$$R_t = \frac{e_1}{\lambda_1} = \frac{0,32}{52,50} = 0,006 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R_{se} + R_t = 0,04 + 0,13 + 0,006 = 0,176 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{Pilar} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,176} = 5,678 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$5,678 > 0,95 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ NO COMPLEIX}$$

CÀLCUL HETEROGENI

Agafarem 1 metre de façana dels quals 68cm són de vidre i 32cm són de pilar.

$$R_T = \frac{R_b \cdot R_c \cdot (L_c + L_b)}{R_b \cdot L_c + R_c \cdot L_b} = \frac{0,355 \cdot 0,176 \cdot (0,32 + 0,68)}{0,355 \cdot 0,32 + 0,176 \cdot 0,68} = 0,268 \text{ m}^2\text{K/W}$$

R_b (R pilar): Elements de major resistència

R_c (R mur) : elements de menor resistència

L_b (L pilar) longitud elements de major resistència

L_c (L mur) Longitud elements de menor resistència

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,268} = 3,733 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$3,733 > 0,95 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ NO COMPLEIX}$$

CÀLCUL PONT TÈRMIC

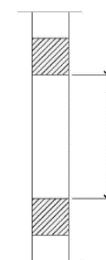
$$\frac{U_p}{U_m} \leq 1,35 ; \frac{3,733}{1,68} = 2,222 \rightarrow 2,22 < 1,35 \text{ NO COMPLEIX}$$

U_p : transmitància del pilar

$$2m < 3m$$

U_m : transmitància del mur

La separació entre pilars és de 1.35 metres segons la modulació de façana.



CÀLCUL CONDENSACIONS SUPERFICIALS.

TEMPERATURES SUPERFICIALS I INTERSTICIALS

$$\theta = t_i - \frac{R_x \cdot A_t}{R_T} \quad \left. \begin{array}{l} AT = t_i - t_e = 20 - 0 = 20 \\ R_{Tmur} = 0,355 \end{array} \right\}$$

$$R_x : \text{resistència de cada material} = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

$$\theta_1 = 20 - \frac{0,13 \cdot 20}{0,355} = 15,66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = 15,66 - \frac{0,00625 \cdot 20}{0,355} = 15,31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_3 = 15,31 - \frac{0,00625 \cdot 20}{0,355} = 14,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_4 = 14,95 - \frac{0,16 \cdot 20}{0,355} = 5,936 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_5 = 5,936 - \frac{0,0125 \cdot 20}{0,355} = 5,232 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_6 = 5,232 - \frac{0,04 \cdot 20}{0,355} = 2,978 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R_{x1} = R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

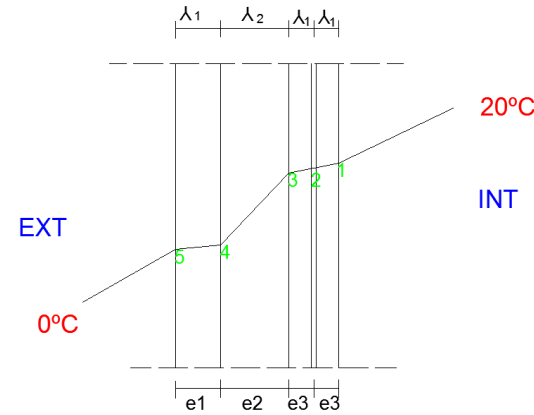
$$R_{x2} = \frac{0,005}{0,8} = 0,00625 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{x3} = \frac{0,005}{0,8} = 0,00625 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{x4} = 0,16 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{x5} = \frac{0,01}{0,8} = 0,0125 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{x6} = R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$



Amb aquest tipus de façana no s'aconsegueix arribar a la temperatura exterior de 0 °C

TEMPERATURES DE ROSADA SUPERFICIALS I INTERSTICIALS

$$\xi_{Vidire} = 9 \text{ mmHgm}^2\text{dia/gcm} \cdot \frac{24\text{h}}{1\text{dia}} \cdot 0,1\text{cm} \cdot \frac{101,33 \text{ Kpa}}{760\text{mmHg}} = 2,88 \text{ Kpam}^2 \text{ h/g}$$

$$\xi_{Càmera} = 0,004\text{mmHg}^2\text{dia/gcm} \cdot \frac{24\text{h}}{1\text{dia}} \cdot 2 \text{ cm} \cdot \frac{101,33 \text{ Kpa}}{760\text{mmHg}} = 0,025 \text{ Kpam}^2 \text{ h/g}$$

$$\text{Permeancia (p)} = \frac{1}{R_v} \longrightarrow \sum R_v = \frac{e_1}{\xi_1} + \frac{e_2}{\xi_2} + \frac{e_3}{\xi_3} + \frac{e_4}{\xi_4} = = \frac{0,01}{2,88} + \frac{0,015}{0,025} + \frac{0,005}{2,88} + \frac{0,005}{2,88} = 0,61 \text{ m}^2\text{kpa/h/g}$$

$$P = \frac{1}{0,61} = 1,64 \text{ g/ m}^2\text{kpa/h}$$

A partir de la taula 6.2. Dades mensuals de les províncies, trobem que la temperatura i la humitat exterior que correspon a la ciutat de Barcelona és de 8,8 °C i de 74% d'humitat. Per saber la humitat interior que ha de tenir el nostre edifici ho busquem en CTE-DB-HE, i ja que el nostre edifici aquesta destinat al sector terciari, ens trobem en una classe de higrotèrmia número 3, per tant li correspon una humitat del 50% i la temperatura interior ha de ser la de confort, per tant considerarem 20 °C.

A partir de l'àbac psicomètric, utilitzant la temperatura interior i la humitat, trobem la pressió de vapor en milibar tant de l'interior, com de l'exterior.

$$\text{Exterior} \left\{ \begin{array}{l} 74\% \text{ humitat} \\ 0 \text{ } ^\circ\text{C} \end{array} \right\} P_{ve} = 4,4 \text{ mb} = 0,439 \text{ Kpa}$$

$$\text{Interior} \left\{ \begin{array}{l} 50\% \text{ humitat} \\ 20 \text{ } ^\circ\text{C} \end{array} \right\} P_{vi} = 11,20\text{mb} = 1,118 \text{ Kpa}$$

$$P_x = P(x-1) \cdot \frac{R_{vx} \cdot A_p}{R_v} \quad \left. \begin{array}{l} AP = P_{vi} - P_{ve} = 1,118 - 0,439 = 0,679 \\ R_v = 1,64 \text{ kpa}^2\text{h/g} \end{array} \right\}$$

$$P_{x1} = 1,118 - \frac{0,0173 \cdot 0,679}{1,64} = 1,110 \text{ kpa}^2\text{/g}$$

$$P_{x2} = 1,11 - \frac{0,0173 \cdot 0,679}{1,64} = 1,091 \text{ kpa}^2\text{/g}$$

$$P_{x3} = 1,091 - \frac{0,6 \cdot 0,679}{1,64} = 0,84 \text{ kpa}^2\text{/g}$$

$$P_{x4} = 0,84 - \frac{0,0347 \cdot 0,679}{1,64} = 0,825 \text{ kpa}^2\text{/g}$$

$$R_{vx1} = \frac{0,005}{2,88} = 0,0173$$

$$R_{vx2} = \frac{0,005}{2,88} = 0,0173$$

$$R_{vx3} = \frac{0,015}{0,025} = 0,60$$

$$R_{vx4} = \frac{0,01}{2,88} = 0,0347$$

Per poder trobar la temperatura de rosada, és a dir, saturar la humitat relativa al 100%, necessitem passar els valors trobats de kPa a milibars. 1kpa = 10.013 mb

$$P_{x1} = 1,11 \text{ kpa}^2\text{/g} \cdot 10,013 = 11,11 \text{ mb}$$

$$P_{x2} = 1,091 \text{ kpa}^2\text{/g} \cdot 10,013 = 10,924 \text{ mb}$$

$$P_{x3} = 0,84 \text{ kpa}^2\text{/g} \cdot 10,013 = 8,41 \text{ mb}$$

$$P_{x4} = 0,825 \text{ kpa}^2\text{/g} \cdot 10,013 = 8,26 \text{ mb}$$

Fets els canvis d'unitats trobem les temperatures de rosada, com tal i com hem esmentat amb anterioritat.

$$P_{xint} = 11,20\text{mb} \longrightarrow 9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

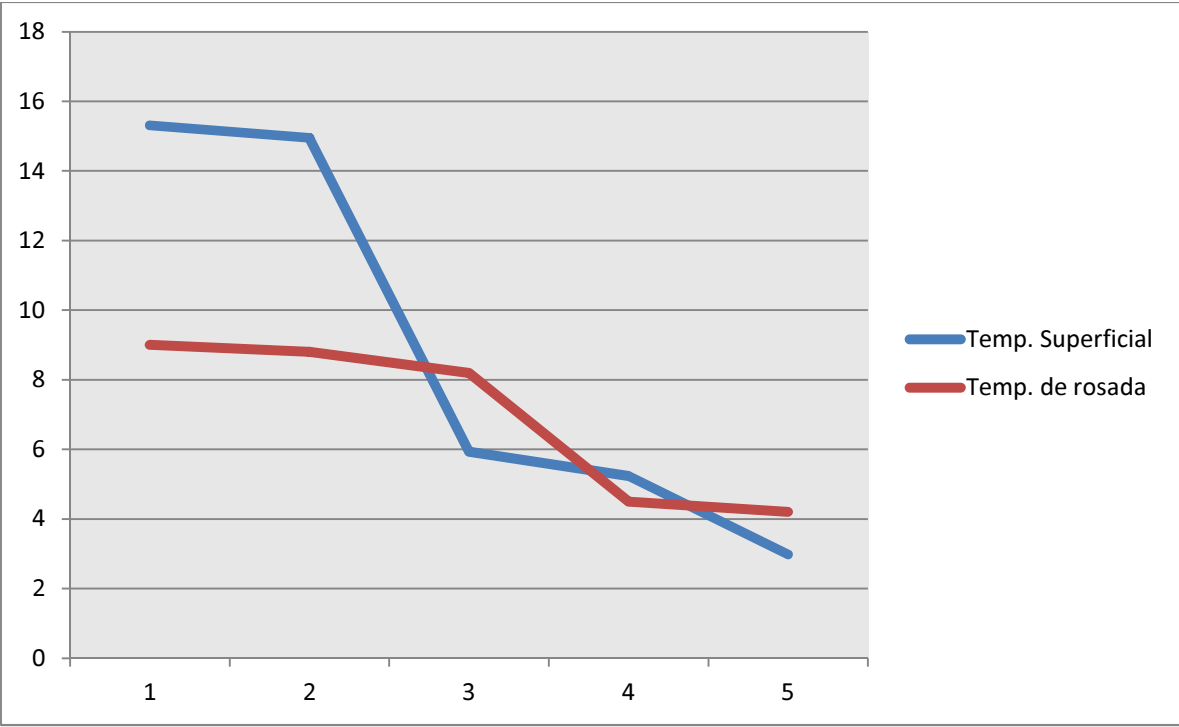
$$P_{x1} = 11,11\text{mb} \longrightarrow 8,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{x2} = 10,924\text{mb} \longrightarrow 8,20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{x3} = 8,41\text{mb} \longrightarrow 4,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{x4} = 8,26 \text{ mb} \longrightarrow 4,20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Finalment, farem una comparativa de les temperatures superficials i intersticials amb les temperatures de rosada per saber si es produiran condensacions en capes internes de la façana.



Com podem observar les temperatures intersticials xoquen en dues capes amb les temperatures de rosada, això provocaria condensacions en les capes interiors de la façana perjudicant i fent mal bé el material. Com una possible solució constructiva seria col·locar una barrera de vapor en la cara calenta de la façana, però al ser una façana de vidre, trencaria l'estètica de la mateixa, amb la qual cosa els seus arquitectes i aparelladors van decidir arreglar aquesta problemàtica mitjançant un sistema de climatització interior citat en apartats anteriors d'aquest treball.

2.1.3.Emisions de CO2

- Coberta plana transitable [ref 15113TCF 90.46 €/m2](#)

Coberta invertida transitable amb pendents de formigó cel·lular, capa separadora, impermeabilització amb una membrana d'una làmina de PVC flexible no resistent a la intempèrie, aïllament amb plaques de poliestirè extrudit d'espessor 40 mm, capa separadora amb làmina geotèxtil i acabat amb un paviment de terrazo sobre suports.

Consumo	Peso	Costo energètic		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	239,72	875,28	243,13	126,30
aditivo espumante	0,76	75,75	21,04	11,18
agua	50,00	0,30	0,083	0,014
cemento	50,00	188,88	52,47	41,65
lana de vidrio	0,053	2,57	0,71	0,078
mortero prefabricado	18,58	43,65	12,13	4,09
poliestireno extrusionado	1,26	147,42	40,95	21,76
polipropileno	0,23	18,25	5,07	2,69
PVC	1,85	129,36	35,93	19,09
terrazo	117,00	269,10	74,75	25,75
Componentes constitutivos de maquinaria	-	13,95	3,88	2,03
eléctrica	-	13,95	3,88	2,03
Total	239,72	889,23	247,01	128,34

- Llosa de formigó d'acer [ref 14A1V010 5.98€/m2](#)

Tendó mono cordó per a lloses posttesades, d'acer I 1860 S7 de 15,2 mm, enfilat en tendó de 14 m de longitud mínima, tesat a 300 kN de força, com a màxim, amb ancoratges, beina corrugada plàstica de 25 mm de diàmetre i 1 mm de grossor i injecció de beurada de ciment CEM I 42,5, amb una repercussió de 0,9 m/kg de beina i 0,08 o/kg d'ancoratge.

Consumo	Peso	Costo energètic		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	2,42	73,88	20,52	6,14
acero	1,99	69,65	19,35	5,61
acero recocido	0,068	2,87	0,80	0,23
cemento	0,36	1,36	0,38	0,30
Componentes constitutivos de maquinaria	-	0,11	0,030	0,016
eléctrica	-	0,11	0,030	0,016
Total	2,42	73,99	20,55	6,16

▪ **Acer de pilars [ref I4415115, 1.52€/KG](#)**

Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a pilars formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat en taller i amb una capa de imprimació antioxidant, col·locat en obra amb soldadura.

Consumo	Peso	Costo energètico		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	1,00	41,50	11,53	4,00
acero laminado	0,90	31,50	8,75	2,52
imprimación antioxidante	0,10	10,00	2,78	1,48
Componentes constitutivos de maquinaria	-	2,09	0,58	0,31
eléctrica	-	2,09	0,58	0,31
Total	1,00	43,59	12,11	4,30

▪ **Acer de pilars [ref I4415115, 1.52€/KG](#)**

Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a pilars formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat en taller i amb una capa de imprimació antioxidant, col·locat en obra amb soldadura.

Consumo	Peso	Costo energètico		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	1,00	42,40	11,78	4,07
acero conformado	0,90	32,40	9,00	2,59
imprimación antioxidante	0,10	10,00	2,78	1,48
Componentes constitutivos de maquinaria	-	4,88	1,36	0,71
eléctrica	-	4,88	1,36	0,71
Total	1,00	47,28	13,13	4,78

▪ **“Mur cortina”[ref I6EM1470002C 274.31 €/m2.](#)**

Mur cortina amb perfils horitzontals i verticals vistos d'alumini lacat, amb una inèrcia de 200 a 1000 cm⁴, fixats amb elements específics a l'estructura.

Consumo	Peso	Costo energètico		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	3,99	644,46	179,02	36,97
aluminio	3,99	644,46	179,02	36,97
Total	3,99	644,46	179,02	36,97

▪ **Vidre aïllant [ref EC1G1129, 89.50 €/m2](#)**

Vidre aïllant mitjançant dos vidres laminats de seguretat amb lluna incolora de 3+3 amb 1 butiral de color estàndard, cambra d'aire de 6 mm d'espessor i vidre laminar de lluna incolora de 3+3 amb 3 butiral transparent, col·locat.

Consumo	Peso	Costo energètico		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	31,45	528,49	146,80	32,40
aluminio	0,12	18,90	5,25	1,08
butilo	0,048	4,80	1,33	0,71
polisulfuro	0,083	8,72	2,42	1,29
vidrio	31,20	496,08	137,80	29,32
Total	31,45	528,49	146,80	32,40

▪ **Sòl tènic [ref BGY210P3, 2.69 €/m2](#)**

Part proporcional d'elements de suport per a safates aïllants de PVC de 600 mm d'amplària, per a instal·lació en sòl tècnic.

▪ **Tabiquería interior divisòria [ref I65A6465,12.13 €/kg](#)**

Perfileria de planxa d'acer galvanitzat amb perfils de muntant d'ample 70 mm, col·locats cada 40 cm, i canal d'ample 70 mm amb banda acústica autoadhesiva, fixats mecànicament, per a suport de paret recta.

Consumo	Peso	Costo energètico		Emisión CO2
	Kg	MJ	kwh	Kg
Componentes constitutivos de materiales	3,66	156,33	43,42	12,79
acero galvanizado	3,39	141,38	39,27	10,61
betún asfáltico	0,22	9,70	2,69	1,42
lana de vidrio	0,0040	0,20	0,055	0,0059
nylon	0,024	2,40	0,67	0,35
polietileno	0,026	2,65	0,74	0,39
Total	3,66	156,33	43,42	12,79

2.2. Quantificació

2.2.1. Càlcul de prestacions

Per fer el càlcul de pesos, hem de fer un previ anàlisi de la façana i saber tots els seus components i d'aquesta manera poder quantificar-los.

Com hem vist amb anterioritat la façana en qüestió esta formada per 25 plantes. D’una banda, la seva pell exterior esta formada per tubs d'acer de secció rectangular de 68 x 24 cm i amb el seu costat llarg col·locat ortogonalment en la façana creant la anomenada estructura de bambú.

D'altra banda en la seva pell interior, tal i com hem explicat amb anterioritat, està composta de pilars HEB-160 de 16 x 32 cm en plantes baixes i en les plantes superiors de 16x16 cm a una distància d'1.35m.

Horitzontalment els suports estan units per uns perfils IPN-300 que ens serveixen per acabar la coronació dels forjats en cada planta. Les dues malles estructurals estan unides entre si per uns connectors tubulars de 22cm de diàmetre.

El tancament de l'edifici de doble vidre ens garanteix les següents prestacions:

PIB (2013) Píxel 51 Recuperat de www.pixel51.net

- Aïllament acústic es compleix ja que les juntes entre els vidres estan perfectament tancades.
- El pas de llum natural és gairebé intacte, ja que no té parts opaques. Els vidres de les façanes tenen unes línies que impedeixen la gran exposició a la llum solar en la cara sud de l'edifici.
- La privadesa la donen les línies verticals que trobem en el tancament exterior.

2.2.2. Càlcul de pesos

El càlcul de pesos és completament orientatiu, basat en les dimensions dels diferents components de la façana obtinguts en la base de dades emprada.

2.2.3. Prestacions VS Pesos

Segons les dades obtingudes en la font del BEDEC [ITEC], podem observar les següents dades respecte la vida útil dels materials i el cost mediambiental del material exposat en façana.

ELEMENT	PES UNITARI	Nº UNITATS/M	PES TOTAL	Cost energètic (KWh)	Emissió de CO2 (KG)
Tubulars 68x24x10mm	78,5 Kg/m2	4300M	337550KG	4.432.031	1.613.489
IPN-300x125x10.8	54.2 Kg/m	12096M	655603KG	7.939.352	2.819.092
HEB-160x160x8	42,6 kg/m	12097M	78624KG	3.551.679	734.287
Vidre 3+3/6/3+3	31kg/m2	19800M2	613800KG	2.906.640	641.520
TOTALS			1.753.65Tn	18.829.702kwh	5.808.388Tn

ELEMENT	DIMENSIONS	PES UNITARI	Nº UNITATS./METRES	PES TOTAL
Tubulars	68x24x10 mm	78,5 Kg/m2	4300M	337550KG
IPN-300	300x125x10,8	54.2 Kg/m	12096M	655603KG
HEB-160	160x160x8	42,6 kg/m	12097M	78624KG
Vidre	3+3/6/3+3	31kg/m2	19800M2	613800KG
TOTAL				1.753.65 Tn

SEGONA PART. EL BIM.

1. Introducció al BIM

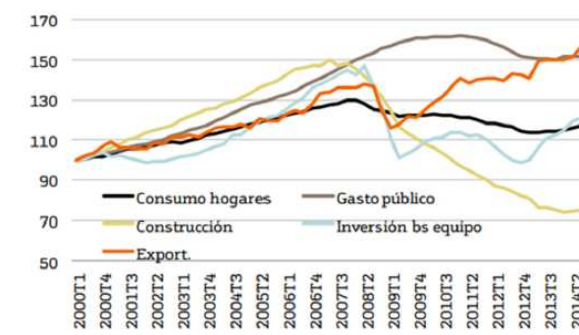
1.1. El BIM a grans trets

BIM: acrònim de ⁽⁵⁾Building Information Modeling.

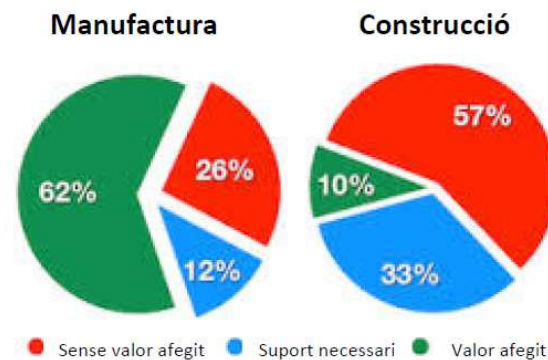
En els últims anys, sentim parlar sovint sobre el BIM en el nostre sector de l'arquitectura i l'edificació, però després de comentar-ho amb diverses persones i companys del sector, cadascú ens aporta una visió pròpia d'aquest, des d'un tipus de software, un motor de renderització en 3D d'edificis, una plataforma que gestiona diferents tipus de dades sobre un edifici, etc.

Present del sector de la Construcció ...

Principals components del PIB



Fuente: INE. Datos elaborados por Análisis Bankinter.



Per tant, com aclariment final a aquest apartat podem esmentar que, existeixen programes que també assisteixen en la generació de models d'edificis però s'orienten a obtenir representacions gràfiques (renders). No tots els programes en què es modela un edifici són aplicacions BIM. En general no ho són aquells que continguin objectes tridimensionals però no la capacitat de contenir atributs, sense un comportament paramètric. En aquests programes, si es modifica algun element del model en alguna de les representacions que s'extreuen d'aquests, l'edifici virtual no s'actualitza, a diferència de les aplicacions BIM.

1.2. Història

Troblem varis de punts vista sobre l'origen d'aquest concepte: L'empresa Pionera en l'aplicació del concepte BIM va ser l'empresa hongaresa Graphisoft, la qual ho instaurà sota el nom de Virtual Building (Edifici Virtual) des de 1987 al seu programa ArchiCAD, reconegut com el primer software de CAD per a computadora personal capaç de crear tant dibuixos en 2D així com 3D. Autodesk va començar utilitzar el concepte BIM des de 2002 quan va comprar la companyia Revit Technology Corporation per 133 milions de dòlars mentre que uns altres postulen que va ser el professor Xerris M. Eastman, del Geòrgia Tech Institute of Technology, el primer a difondre el concepte de model d'informació d'edificació, com un sinònim de BIM, en inicis dels setanta en nombrosos llibres i articles acadèmics.

No obstant això, sembla haver-hi un consens generalitzat sobre que Jerry Laiserin va ser qui ho va popularitzar com un terme comú per a la representació digital de processos de construcció, amb l'objectiu d'intercanviar i interoperacionalitzar informació en format digital. Actualment aquesta nova filosofia tecnològica recull varietat de proveïdors com, Autodesk, StruCad de AceCad Software, Sigma Design, Graphisoft, ACCA Software, Bentley Systems, Tekla, CAD Details i Nemetschek entre d'altres.

D'altra banda, el concepte de BIM a l'àrea de l'arquitectura i la construcció presenta diverses opcions respecte a plataformes i/o softwares per a la implementació del mateix.

Altres fonts d'informació cataloguen la creació de la primera versió l'any de 1978 en mans de SigmaGraphics, desenvolupat per Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, (ARRIS CAD en 1984).

El BIM engloba diferents aspectes; geomètrics, d'entorn-espai, geogràfics, quantitatius i qualitatius entre d'altres. Aquests, poden emprar-se per la realització de tot un procés de construcció desde la fase de disseny fins la fase de demolició o fi de vida de l'edifici així com per un procés de manteniment.

Els softwares BIM són capaços d'aconseguir aquestes millores per mitjà de representacions de les parts i components que estan sent utilitzats en la construcció d'un edifici. La representació virtual basada en objectes amb característiques pròpies és un canvi substancial en la tradicional elaboració basada en representació vectorial.

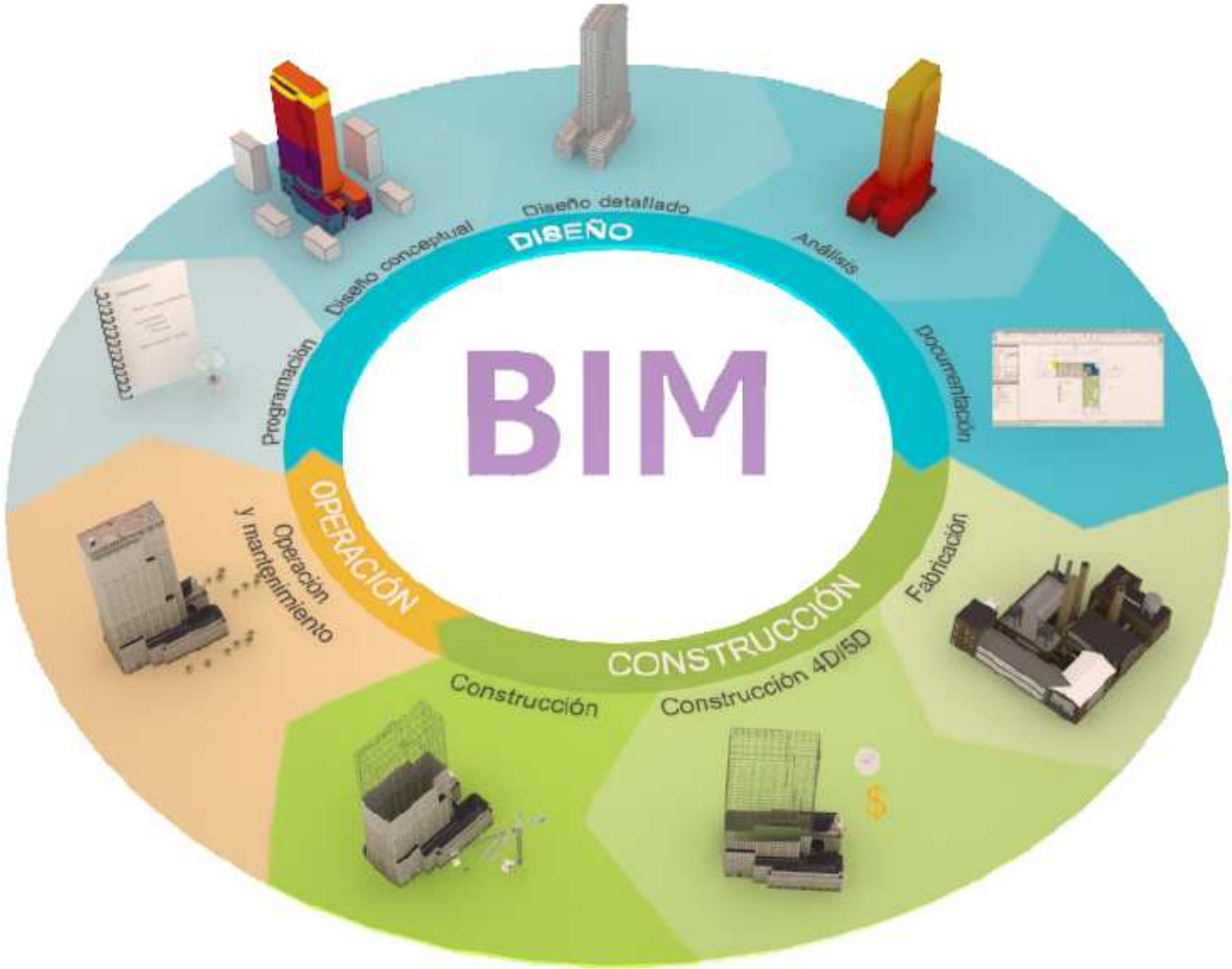
A més de la informació històrica facilitada anteriorment, a continuació mostrem una cronologia obtinguda en la font que podem observar en la seva part inferior.

Des del nostre punt de vista podem esmentar que totes les respostes anteriors tenen la seva part acceptable però podem ampliar aquests conceptes dient que, un model BIM consisteix en els equivalents virtuals dels elements constructius i peces que s'utilitzen per construir l'edifici. Aquests elements tenen totes les característiques dels seus components reals. Aquests elements intel·ligents són el prototip digital dels elements físics de l'edifici, com són els murs, pilars, finestres, portes, escales, etc. que ens permeten simular l'edifici i entendre el seu comportament en un entorn virtual abans que s'iniciï la seva construcció real.

1960	2D A 2D ELECTRÒNIC
1970	CAD COMERCIAL
1975	BUILDING DESCRIPTION SYSTEM
1980	3D COMERCIAL (GEOMETRIAS)
1984	MODELS 3D (INFORMATITZATS)
1987	ARCHICAD
1994	INTERNACIONAL ALLIANCE OF INTERO-PERABILITY (PRIMER STANDARD D'INTERCANVI IFC)
2003	GSA, PUBLIC BUILDINGS SERVICE i OFFICE OF CHIEF ARCHITECT estableixen el Programa Nacional 3D-4D-BIM (EE.UU).
2005	ARA BUILDING SMART
2007	EE.UU. REQUEREIX COM A MINIM EL PROGRAMA ESPACIAL DE PROJECTES EN BIM
2011	GABINET OFFICE UK, PLA NACIONAL UTI LIZACIÓN DE BIM, PEL 2016 PROYEC TOS HAN D'ESTAR EN UN NIVELL 2.
2012	BUILDING SMART FINLÀNDIA, PUBLICA COBIM - REQUERIMENTS BIM PER A PROJECTES NOUS, RENOVACIONS I GESTIÓ D'OPERACIONS.
	BCA - BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY DE SINGAPUR PUBLICA GUIA BIM
2016	ES FUNDA BUILDING SMART SPANISH CHAPTER
	PER A AQUEST ANY A REGNE UNIT, TOTS ELS PROJECTES PÚBLICS SEAN PRESEN TADOS EN BIM NIVELL 2

1.3. Definició

(5) Building Information Modeling, BIM, és el procés de programar, crear, construir i administrar dades des de l'inici d'un projecte (col·laboratiu) mitjançant l'ús de tecnologies basades en un model 3D digital vinculades a una base de dades que cobreix tot el cicle de vida d'un edifici o infraestructura.



Building information modelling (2013) Píxel 51 Recuperat de www.pixel51.net

BIM incorpora dades físiques, ambientals, comercials, funcionals i de cadascun dels seus elements, parts i sistemes.

Podem esmentar que, en el procés convencional de la construcció, paguem més per la construcció de projectes amb un pressupost establert a priori ja que, no es disposa d'una fiabilitat 100% del projecte respecte l'execució i, com ja sabem sempre sorgeixen contratemps in situ. Amb el sistema BIM aquests costos es reduïrien significativament doncs, disposem d'un model virtual, real.

(5) Modelat d'informació de construcció.

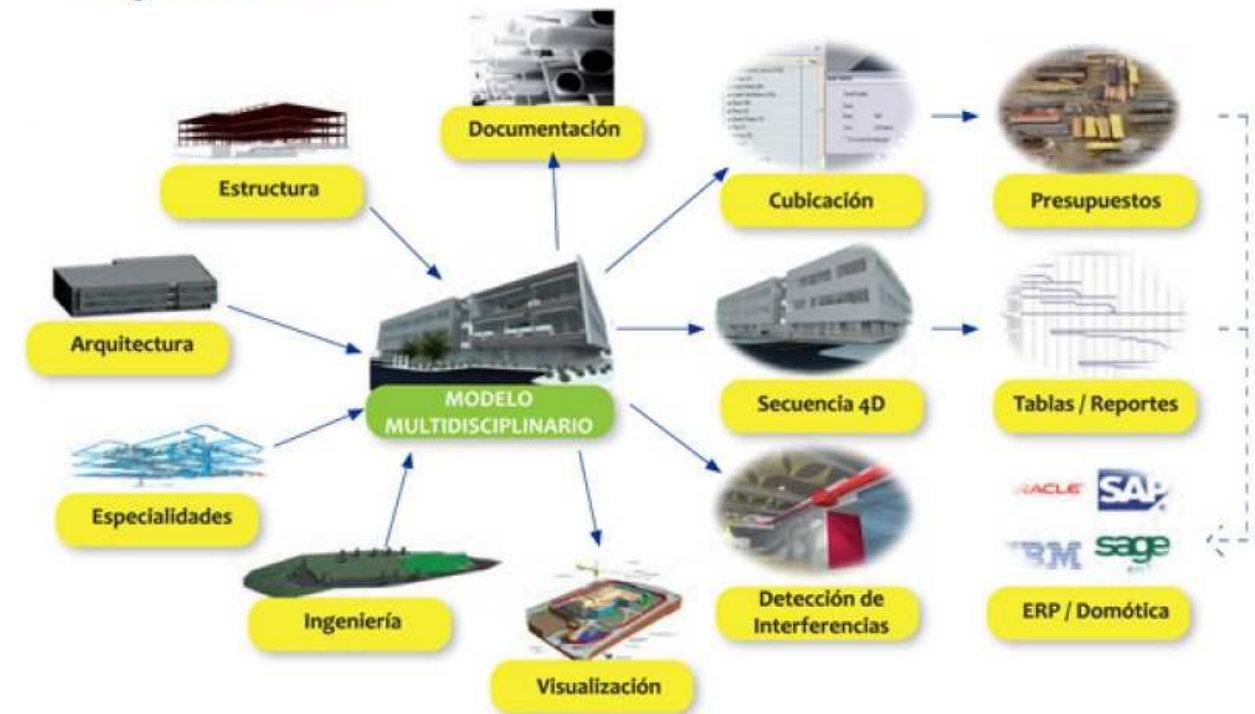
1.4. Objectius, funcionalitat i característiques.

En aquest apartat explicarem la funcionalitat i els objectius del BIM de manera simplificada i que anirem detallant al llarg d'aquesta segona part del treball.

Característiques funcionals:

- **Visualització 3D**
Anàlisi virtual de l'edifici de forma directa, ajudant a la projecció del mateix.
- **Gestió de Canvis**
Tenint en compte que les dades que comprenen el projecte s'emmagatzemen en un servidor central, modificació del disseny de l'edifici es replicarà automàticament en cada vista, ajudant així a la creació de la documentació de forma més ràpida i garantint en la coordinació automàtica i eficient.
- **Simulació l' Edifici.**
Els models BIM a més de contenir dades arquitectòniques, contenen informació interna de l'edifici, incloent totes les dades d'enginyeria com les estructures de càrrega, tots els conductes i canonades dels sistemes i fins i tot la informació sobre sostenibilitat, permetent-nos realitzar simulacions de les característiques de l'edifici prèviament a la seva construcció real.
- **Gestió de Dades**
BIM conté informació que no es veu representada en els plànols, és a dir, informació relativa a la coordinació i planificació numèrica del temps d'execució del projecte, la mà d'obra necessària, entre d'altres aspectes com el costos permetent-nos quantificar els pressupostos del projecte i dividir-lo en fases d'execució o establertes en l planificació abans esmentada.
- **Operativa l'edifici.**
La informació que BIM propociona és útil durant les fases de disseny i construcció però alhora durant tot el cicle de vida de l'edifici, ajudant a reduir el seu cost d'operació i manteniment, que generalment són més elevats que la construcció en sí.

Objectius BIM



Objectius BIM (2013) Píxel 51 Recuperat de www.pixel51.net

A continuació, i en relació als objectius i funcionalitat del BIM, mostrem el que, segons bimacademy (*veure bibliografia), anomenem les 10 dimensions del BIM.

- **1D. PROJECTE COL-LABORATIU. LLEIS, CONTRACTACIÓ.**
Ús obligatori de BIM en les obres públiques, la situació a Catalunya, Espanya, Europa i el món. Canvis en els models de contractació i nous requeriments.
- **2D. FLUXOS DE TREBALL i el BIP-BIM IMPLEMENT PLA.**
Procediments i canvis organitzatius que implica el BIM en els diferents nivells de treball. Obtenció de dades per a un model BIM i a través d'un model BIM. Els formats .ifc i els models federats de formats, únic, etc.. Opcions d'implementació per determinar la millor decisió en termes de paràmetres econòmics, de treball i de funcionalitat.
- **3D. EL MODEL 3D I LA "I" D'INFORMACIÓ.**
Estratègies d'implementació de BIM en un ambient professional. Softwares existents, plataformes vinculades, serveis necessaris, maquinari de suport. Determinació dels permisos, aprovacions, acceptacions, certificacions en el nou mapa de fluxos de treball per gestionar un projecte.
- **4D. PLANIFICACIÓ DE LA CONSTRUCCIÓ I REVISIÓ MÈDICA DE LES COL·LISIONS QUE LA RETARDEN.**
Introducció de la dimensió del temps a la planificació d'un projecte de construcció. Software específic per a la planificació temporal, la seva constructibilitat i l'ajuda per a la detecció d'interferències i inconsistències.

- **5D. MESURAMENTS, PRESSUPOSTOS.**

Capacitats actuals per a l'obtenció de pressupostos de la mesura real d'una obra. Softwares de software existents i interoperació entre el model BIM i els softwares dels pressupostos.

- **6D. ENERGIA, EFICIÈNCIA, SOSTENIBILITAT, SEGURETAT I SALUT.**

Vincular un model BIM amb la integració de paràmetres ambientals. Vinculació d'un model BIM amb la introducció del seu pla de seguretat i salut.

- **7D. GESTIÓ D'INFRASTRUCTURES I D'ACTIUS IMMOBILIARIS, FACILITY I ASSET MANAGEMENT**

El veritable beneficiari d'un model BIM i el seu ús en la gestió durant la vida útil de la infraestructura i/o construcció.

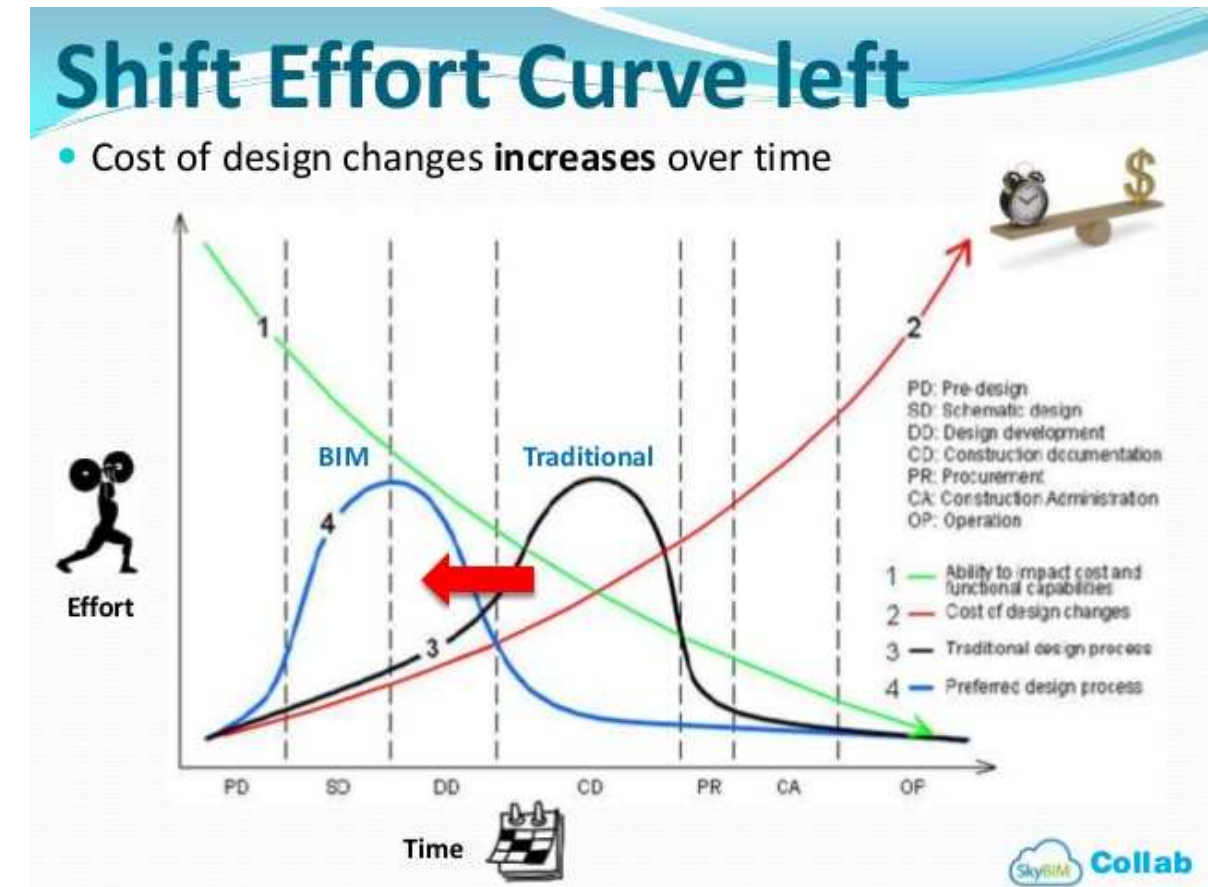
- **8D. AS BUILD REAL, NIVELLS DE DETALL LOD**

Fluxos de treball per aconseguir un As Built real de l'actiu construït. Requeriments d'informació i els consegüents nivells de detall i escala de treball per aconseguir-ho. Eines innovadores per fer aixecaments: laser scans, drons, realitat augmentada.

- **9D. LEAN CONSTRUCTION**

Metodologia de treball emprada per a la realització eficaç del procés BIM dins d'una estructura de producció en el sector de la construcció i l'explotació de la seva digitalització.

- **10D. CONSTRUCCIÓ INDUSTRIALITZADA.** Obstacles actuals davant la productivitat del sector de la construcció. Amb l'ús de la filosofia Lean en un entorn BIM es persegueix la millora de la productivitat en cadascuna de les fases del cicle de vida d'una construcció: la part del disseny, la d'execució i la posterior gestió de la infraestructura o equipaments. Per què construcció industrialitzada és l'objectiu.



Shift effort curve (2013) Pixel 51 Recuperat de www.pixel51.net

- **2. BIM VS CAD**

- **2.1. AVANTATGES**

A més de l'esmentat en l'anterior apartat sobre les 10 dimensions BIM (10D) i que també podem considerar com avantatges, tot haver-ne cregut oportú incloure'l en un apartat independent; volem citar a continuació una pinzellada general al perquè hauríem de substituir la metodologia tradicional fonamentada en CAD a la metodologia basada en BIM.

D'una banda, les aplicacions de CAD (⁽⁶⁾Computer Aided Design) imiten el tradicional procés manual a base de paper i llapis i rotring, és a dir, un dibuix vectorial on les representacions són mitjançant dibuixos virtuals o electrònics en dues dimensions (2D) a base de línies, sombrejats, etc.

(6) Disseny assistit per computadora.

En els dibuixos de CAD , com els que es realitzen en paper, impliquen revisions periòdiques i modificacions manuals davant de qualsevol canvi realitzat. Les aplicacions BIM (Building Information Modeling) per la seva banda, es tracta d’un dibuix paramètric on imiten el procés real de construcció i per tant aquests canvis són automàtics.

Per aquest motiu, la metodologia basada en BIM, permet crear edificis virtualment però amb una composició real, és a dir, elements reals de construcció (murs, finestres, etc.) amb una sèrie de propietats i característiques intrínscament associades a aquests, possibilitant una construcció virtual-real, i deixar de banda les tradicionals línies en 2D. Aquest fet fa possible que els diferents agents de la construcció puguin projectar edificis de la mateixa forma en què són construïts. Com totes les dades estan centralitzades en el model virtual dins del servidor central, els canvis en el disseny són automàticament detectats i realitzats en tots els dibuixos individuals generats des del model. Amb similitud virtual a la realitat constructiva possibilita un augment en termes de productivitat així com l’obtenció de dissenys i construccions millor coordinades.

2.2.INCONVENIENTS I LIMITACIONS

Les limitacions que des del nostre punt de vista podem destacar són:

- *Canvi en la mentalitat i la filosofia de la forma de treball.*
Pot ser no som conscients dels fonaments i les arrels que el CAD i tota la seva trajectòria han dipositat en l’arquitectura i la construcció. Si podem fer un símil, esmentem que d’igual manera hi va haver un gran procés de canvi i costums entre el ròtring i el CAD, estem davant d’una nova etapa d’evolució i com tots els canvis, costen i tenen el seu procés.
- *Cost d’aplicació.*
Fer una consultoria o implantació en l’actualitat presenta un gran cost d’inversió per part del despatx o empresa que vulgui donar un pas en l’evolució. Però si més no i, tenint en compte tots els avantatges comentats, creiem que es una inversió econòmicament rentable a curt termini. Alhora no cal oblidar que part de la rendibilitat de la implantació es un aspecte general de tot el sector de la construcció, és a dir, per poder aplicar tota la potència que BIM ofereix, cal empreses que l’apliquin i l’utilitzin com eina principal en termes laborals.
- *Cost de formació.*
Altre dels costos lògics que a priori presenta el BIM és la inversió en temps i formació.
- *Perfeccionament.*
Des de la nostra experiència personal en la utilització i l’aplicació del BIM és que s’ha de perfeccionar la compatibilitat entre softwares. D’una banda per aguditzar el potencial d’aquest i d’altra banda per alleugerar i facilitat encara més, alguns aspectes que conformen el món de l’arquitectura i la construcció.
L’últim a esmentar i ja fent referència al nostre projecte i partint de que s’ha fet possible mitjançant l’aplicatiu d’Autodesk Revit Architecture és que, s’hauria de perfeccionar la visualització en el mateix i millorar alguns aspectes com per exemple, fer possible realitzar detalls constructius més detallats i que pensem que es una deficiència, sobretot en el nostre sector.

2.3.COMPARATIVA FINAL

Amb tot l’ anteriorment comentat, mostrem a continuació una taula comparativa a mode resum entre el sistema BIM i el sistema tradicional CAD.

BIM VS CAD	
CAD	BIM
PARAMETRITZACIÓ	
CAD no proporciona informació respecte les característiques funcionals o estructurals dels elements	BIM és un model funcional que permet la realització de càlculs i la detecció de conflictes constructius
MODEL CENTRAL	
CAD implica un pocés fragmentat amb múltiples arxius	BIM es basa en un model central compartit
CAD permet als diferents agents treballar sobre múltiples i incompatibles versions d'un mateix projecte	En BIM tots els agents treballen sobre un únic arxiu que sempre es troba actualitzat
CICLE DE VIDA	
CAD s'enfoca principalment a les fases de disseny i construcció	BIM està dissenyat per abastir tot el cicle de vida del projecte.

3. SOFTWARES BASATS EN BIM

3.1. DEFINICIÓ

Una aplicació BIM és aquella que empra com a entitats de treball principal objectes paramètrics de qualsevol disciplina que són capaços de relacionar-se entre ells i dels quals es pot extreure diversos tipus d'informació, entre els quals s'inclou representacions gràfiques però també alfanumèriques.

A continuació, s'ampliarà aquesta definició explicant-la des de les seves tres principals prestacions: el treball multidisciplinari i multiusuari, la tecnologia paramètrica i l'entorn multivista. *[Eloi Coloma Picó, Introducció a la Tecnologia BIM, 2008]*

Alhora cal esmentar que existeixen aplicacions connectables, és a dir, que estan preparades per poder connectar-se amb aplicacions BIM i extreure dels seus models aquella informació que els sigui més útil per a uns objectius determinats. Per exemple, l'aplicació de d'amidaments i pressupostos Presto, és capaç de llegir els amidaments inclosos en els models de ArchiCAD o Revit i aplicar partides i preus.

3.2. APLICACIONS BIM

A continuació mostrem una taula resum amb les aplicacions més comunes basades en el sistema BIM i aquelles que, com hem esmentat en l’apartat anterior, es poder interrelacionar amb aquestes.

SOFTWARES	
APLICACIONS BIM	APLICACIONS CONNECTABLES
Autodesk Revit Architecture	Autodesk 3D Studio Max
Allplan (Nemetschek)	Autodesk Navisworks
ArchiCAD (Graphisoft)	Cype suite
Bentley Architecture	Presto
Teckla	Tricalc
Altres	Google SketchUp

Per concloure aquest apartat, cal esmentar que la tercera part del present treball, s’ha desenvolupat mitjançant l’aplicació Autodesk Revit Architecture versió 2016 i que, ahora Autodesk, el defineix com:

“La plataforma Revit és la solució de Autodesk creada específicament per al modelatge d’informació d’edificis. Aplicacions com Revit Architecture, Revit® Structure i Revit® MEP, basades en la plataforma Revit, són sistemes complets de disseny i documentació d’edificis específics per a cada disciplina, i donen suport a totes les fases del disseny i la documentació de construcció. Des dels estudis conceptuals fins als dibuixos de construcció i taules de planificació més detallades, les aplicacions basades en Revit proporcionen un avantatge competitiu immediat, aporten millor coordinació i qualitat, i poden contribuir a rendibilitzar la tasca dels arquitectes i de la resta de l’equip de construcció. En el nucli de la plataforma Revit es troba el motor de canvis paramètrics de Revit, que coordina automàticament els canvis realitzats en qualsevol lloc: vistes de models o fulles de dibuixos, taules de planificació, seccions, plànols... o qualsevol un altre.”

3.3. INTEROPERABILITAT ENTRE APLICACIONS BIM.

No podem tancar aquest apartat sense comentar la interoperabilitat que les diferents aplicacions basades en BIM permeten entre sí. Dins de la metodologia BIM, existeix un format d’exportació anomenat IFC (Industry Foundation Classes), desenvolupat per IAI (International Alliance for Interoperability) i promogut inicialment per

Building Smart International. Aquest format pretén ser un estàndard que faciliti i permeti traspasar la informació del model entre diferents aplicacions i aplicacions connectables BIM.

És per aquest motiu que l’objectiu principal és potenciar l’eficàcia i productivitat mitjançant la interoperabilitat entre plataformes basades en BIM amb l’intercanvi d’informació interna del model entre aquestes, sobretot en aspectes relacionats amb la reducció de costos i temps d’execució.

Segons *IFC Workshop*, és una plataforma o fòrum online de comunicació (*Veure bibliografia) que tracta tot el relacionat amb l’esmenta’t l’estàndard IFC. En aquest s’ofereix multitud d’aspectes relacionats amb el format IFC, d’entre els que trobem oportú citar els següents:

“Las clases y objetos IFC representan un modelo de información tanto geométrico como alfanumérico, formado por un conjunto de más de 600 clases y en continua ampliación. Todos los programas de software que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos “objetos”, con funcionalidad y propiedades.

“Obviamente la funcionalidad no es total entre aplicaciones de software, pues cada programa puede tener su parcela propia: yo puedo leer información de un muro, pero no sus propiedades acústicas (por ejemplo). Sin embargo el sólo hecho de poder traspasar de un programa a otro un muro y sus relaciones geométricas ahorra muchísimo tiempo y es una herramienta eficaz para el desarrollo del proyecto, la entrega, la documentación as-built o la gestión del mantenimiento.”

Els avantatges segons *IFC Workshop* són:

“Entre sus múltiples beneficios puede destacarse la comunicación entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo, que permite dar soporte a la interacción entre ellos mediante un formato estándar. De esta forma, los datos relativos al modelo constructivo son definidos solamente una vez por cada agente responsable, y son compartidos por los demás agentes intervinientes. Todo ello se consigue un aumento de la calidad, la reducción de los costes, así como una consistencia en la información en la fase de proyecto y durante el uso de las construcciones. En algunas de las primeras implementaciones prácticas de construcción llevadas a cabo hasta la fecha el ahorro en costes final se estima en un 15% del coste total, lo cual es una suma que puede incluso superar al coste del propio proyecto de ingeniería (los ahorros lo notan más no los agentes del proyecto, sino la constructora y la propiedad)”

Per concloure aquest apartat i, aportant la nostra opinió personal, pensem que és cert i molt vàlid el que el format IFC ens aporta en termes de interoperabilitat entre aplicacions fonamentades en BIM i els avantatges que ens cita *IFC Workshop* l'hora d'importar un IFC però, creiem que aquest llenguatge estàndard entre aplicacions BIM ha de evolucionar encara més doncs, tots els elements s’importen i es reconeixen però en molts d’ells tenim restringida i limitada la capacitat de treball.

4. ELS LODS DE BIM

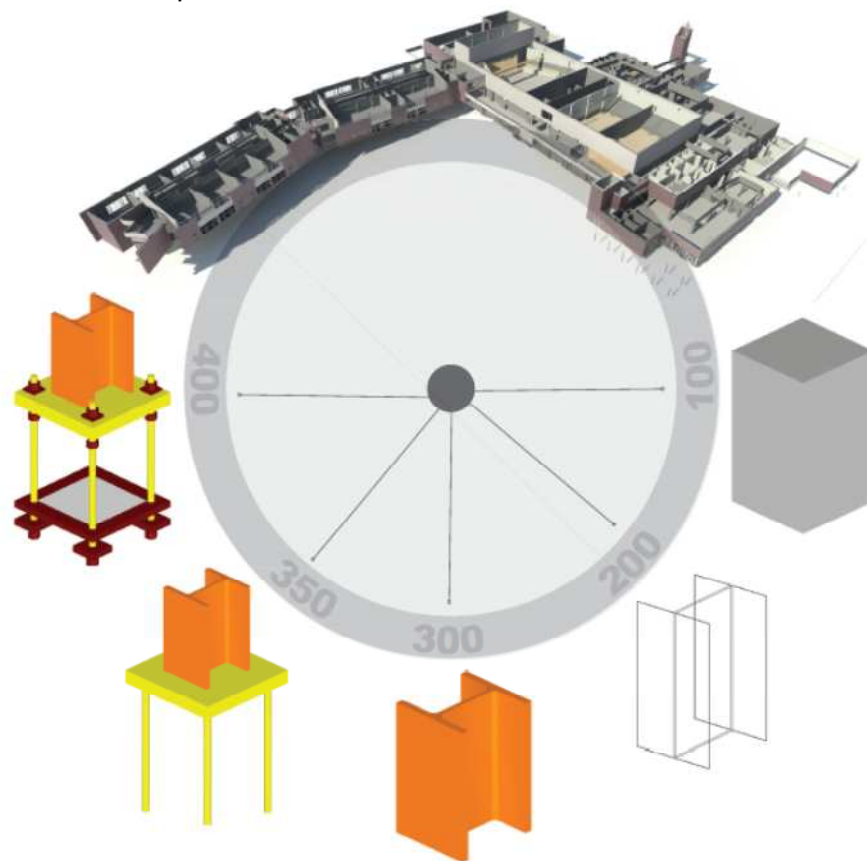
En aquest apartat i fent referència al que hem anomenat 8D en l'apartat 1.4. d'aquesta segona part del treball; creiem necessari ampliar el contingut dels LODS en BIM. Malgrat els diferents nivells de detall que es poden aconseguir dintre de BIM, nosaltres hem obtingut un nivell de detall LOD 300 que a continuació s'explicarà de forma detallada.

4.1. DEFINICIÓ

⁽⁷⁾LOD: *Level of Development*

Segons ⁽⁸⁾l'AIA .La seva gran aportació al BIM resideix en la definició dels nivells de desenvolupament o detall⁽⁷⁾LOD per sistematitzar i unificar el grau de fiabilitat de la informació continguda en un model BIM.

Ahora i abans d'aprofundir en aquests conceptes cal esmentar un aspecte important i és que, no s'ha de confondre el concepte de nivell de desenvolupament amb nivell de detall, ja que mentre que el nivell de detall es refereix a la part gràfica del model, el nivell de desenvolupament defineix el grau de precisió geomètrica i d'informació que conté un element.



Design (2008) BIM FORUM. Recuperat www.bimforum.org

⁽⁷⁾Nivell de detall.

⁽⁸⁾Associació d'arquitectes dels Estats Units.

4.2. LOD COM A NIVELL DE DETALL.

El Nivell de Detall (Level Of Detail) es correspon a l'evolució lineal de quantitat i riquesa d'informació d'un procés constructiu; sempre augmenta amb el temps i es refereix al model de projecte, els costos/pressupostos i la planificació temporal. Inicialment definida per l'empresa Vico (actualment dins del grup Trimble i originalment vinculada a Graphisoft) conviu amb dificultat i donant lloc a errades d'interpretació amb l'acrònim LOD del Nivell de Desenvolupament (Level of Development), tal i com hem esmentat en l'apartat anterior.

En la "Singapore BIM Guide" v1.0 Maig 2012 s'estableix un interessant paral·lelisme entre les fases del projecte, els nivells de detall, i les escales de les entregues. Aquesta classificació és vàlida per a processos tradicionals de desenvolupament de projecte, en els quals la evolució de la informació en quantitat i qualitat era lineal i sempre en avanç. Amb BIM, la forma de treballar col·laborativa estableix pautes diferents, amb contínues revisions i varietat d'agents que intervenen en el procés de construcció i que tenen capacitat de decisió i modificació del projecte.

Els graus de detall vénen determinats per lletres (A, B, C...) o lletres i nombres (G0, G1, G2...) segons el país d'origen en la definició a tenir en compte.

Les normes i publicacions angleses PAS 1192-2/3/4 i BS 8541:2011 defineixen aquests nivells , així com interessants conceptes:

- Level of Definition
- Level of model detail
- Level of model information...

4.3. LOD COM A NIVELL DE DESENVOLUPAMENT

El LOD com Level of Development defineix el nivell de desenvolupament o maduresa d'informació que posseeix un element del model, i est és la part d'un component, sistema constructiu o muntatge de l'edifici (arts. 1.2.2 i 1.2.3 del document "I-202 Building Information Modeling Protocol" del American Institute of Architects AIA 2008).

Convé aclarir que el LOD en cap cas es refereix a la totalitat del projecte i tampoc té vinculació amb la fase de desenvolupament o construcció. L'estàndard definit pel document I-203 inclou la capacitat d'incloure elements no modelats (denominats "NM") en la classificació global (MET - Taula d'Elements del Model).

Aquests són aquells elements pels quals no existeix intenció de modelatge en ningun estat del projecte o construcció, remarcant l'atenció sobre aquells elements que no formen part del projecte i els que si que ho fan però no es modelen. Aquesta flexibilitat beneficia les metodologies de modelatge orientats a la valoració i manteniment, facilitant la lleugeresa d'informació geomètrica en els models sense perdre per aquest motiu fiabilitat en el conjunt.

4.4. DETERMINACIÓ DELS NIVELLS DE DESENVOLUPAMENT.

La classificació numeral dels LOD es desenvolupen inicialment en el document I-202 de l'any 2008 pel AIA (American Institute of Architects), posteriorment s'amplia la seva definició l'any 2013 mitjançant el document G202, també del AIA, fins a l'última definició popularment admesa de Desembre del 2014 elaborada en el BIMForum, amb permisos per estar basats en les anteriors i incloent nous detalls.

Amb independència dels drets de copyright de tots aquests documents, en G202 s'indica de forma explícita la capacitat de qualsevol agent per adaptar, modificar i incorporar noves definicions de LOD, com va ocórrer en aquest BIMforum de 2014.

[illegible]

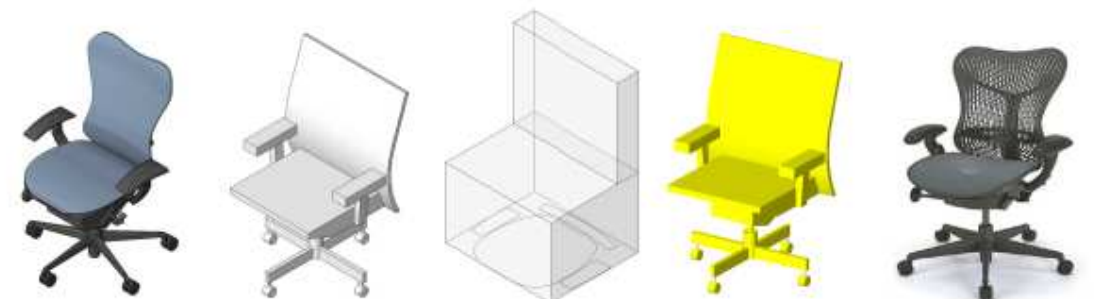
Model elemnt table (2008) BIM FORUM. Recuperat www.bimforum.org

Els nivells de desenvolupament, segons l'AIA, són els següents:

Segons Javier Alonso Madrid i el seu document *"Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España"*; podem definir els LODS de la següent manera:

LEVEL of DEVELOPMENT

LOD 100 LOD 200 LOD 300 LOD 400 LOD 500



Concept (Presentation)	Design Development	Documentation	Construction	Facilities Management
<p>1.00</p> <p>1.01</p> <p>1.02</p> <p>1.03</p> <p>1.04</p> <p>1.05</p> <p>1.06</p> <p>1.07</p> <p>1.08</p> <p>1.09</p> <p>1.10</p> <p>1.11</p> <p>1.12</p> <p>1.13</p> <p>1.14</p> <p>1.15</p> <p>1.16</p> <p>1.17</p> <p>1.18</p> <p>1.19</p> <p>1.20</p> <p>1.21</p> <p>1.22</p> <p>1.23</p> <p>1.24</p> <p>1.25</p> <p>1.26</p> <p>1.27</p> <p>1.28</p> <p>1.29</p> <p>1.30</p> <p>1.31</p> <p>1.32</p> <p>1.33</p> <p>1.34</p> <p>1.35</p> <p>1.36</p> <p>1.37</p> <p>1.38</p> <p>1.39</p> <p>1.40</p> <p>1.41</p> <p>1.42</p> <p>1.43</p> <p>1.44</p> <p>1.45</p> <p>1.46</p> <p>1.47</p> <p>1.48</p> <p>1.49</p> <p>1.50</p> <p>1.51</p> <p>1.52</p> <p>1.53</p> <p>1.54</p> <p>1.55</p> <p>1.56</p> <p>1.57</p> <p>1.58</p> <p>1.59</p> <p>1.60</p> <p>1.61</p> <p>1.62</p> <p>1.63</p> <p>1.64</p> <p>1.65</p> <p>1.66</p> <p>1.67</p> <p>1.68</p> <p>1.69</p> <p>1.70</p> <p>1.71</p> <p>1.72</p> <p>1.73</p> <p>1.74</p> <p>1.75</p> <p>1.76</p> <p>1.77</p> <p>1.78</p> <p>1.79</p> <p>1.80</p> <p>1.81</p> <p>1.82</p> <p>1.83</p> <p>1.84</p> <p>1.85</p> <p>1.86</p> <p>1.87</p> <p>1.88</p> <p>1.89</p> <p>1.90</p> <p>1.91</p> <p>1.92</p> <p>1.93</p> <p>1.94</p> <p>1.95</p> <p>1.96</p> <p>1.97</p> <p>1.98</p> <p>1.99</p> <p>2.00</p> <p>2.01</p> <p>2.02</p> <p>2.03</p> <p>2.04</p> <p>2.05</p> <p>2.06</p> <p>2.07</p> <p>2.08</p> <p>2.09</p> <p>2.10</p> <p>2.11</p> <p>2.12</p> <p>2.13</p> <p>2.14</p> <p>2.15</p> <p>2.16</p> <p>2.17</p> <p>2.18</p> <p>2.19</p> <p>2.20</p> <p>2.21</p> <p>2.22</p> <p>2.23</p> <p>2.24</p> <p>2.25</p> <p>2.26</p> <p>2.27</p> <p>2.28</p> <p>2.29</p> <p>2.30</p> <p>2.31</p> <p>2.32</p> <p>2.33</p> <p>2.34</p> <p>2.35</p> <p>2.36</p> <p>2.37</p> <p>2.38</p> <p>2.39</p> <p>2.40</p> <p>2.41</p> <p>2.42</p> <p>2.43</p> <p>2.44</p> <p>2.45</p> <p>2.46</p> <p>2.47</p> <p>2.48</p> <p>2.49</p> <p>2.50</p> <p>2.51</p> <p>2.52</p> <p>2.53</p> <p>2.54</p> <p>2.55</p> <p>2.56</p> <p>2.57</p> <p>2.58</p> <p>2.59</p> <p>2.60</p> <p>2.61</p> <p>2.62</p> <p>2.63</p> <p>2.64</p> <p>2.65</p> <p>2.66</p> <p>2.67</p> <p>2.68</p> <p>2.69</p> <p>2.70</p> <p>2.71</p> <p>2.72</p> <p>2.73</p> <p>2.74</p> <p>2.75</p> <p>2.76</p> <p>2.77</p> <p>2.78</p> <p>2.79</p> <p>2.80</p> <p>2.81</p> <p>2.82</p> <p>2.83</p> <p>2.84</p> <p>2.85</p> <p>2.86</p> <p>2.87</p> <p>2.88</p> <p>2.89</p> <p>2.90</p> <p>2.91</p> <p>2.92</p> <p>2.93</p> <p>2.94</p> <p>2.95</p> <p>2.96</p> <p>2.97</p> <p>2.98</p> <p>2.99</p> <p>3.00</p> <p>3.01</p> <p>3.02</p> <p>3.03</p> <p>3.04</p> <p>3.05</p> <p>3.06</p> <p>3.07</p> <p>3.08</p> <p>3.09</p> <p>3.10</p> <p>3.11</p> <p>3.12</p> <p>3.13</p> <p>3.14</p> <p>3.15</p> <p>3.16</p> <p>3.17</p> <p>3.18</p> <p>3.19</p> <p>3.20</p> <p>3.21</p> <p>3.22</p> <p>3.23</p> <p>3.24</p> <p>3.25</p> <p>3.26</p> <p>3.27</p> <p>3.28</p> <p>3.29</p> <p>3.30</p> <p>3.31</p> <p>3.32</p> <p>3.33</p> <p>3.34</p> <p>3.35</p> <p>3.36</p> <p>3.37</p> <p>3.38</p> <p>3.39</p> <p>3.40</p> <p>3.41</p> <p>3.42</p> <p>3.43</p> <p>3.44</p> <p>3.45</p> <p>3.46</p> <p>3.47</p> <p>3.48</p> <p>3.49</p> <p>3.50</p> <p>3.51</p> <p>3.52</p> <p>3.53</p> <p>3.54</p> <p>3.55</p> <p>3.56</p> <p>3.57</p> <p>3.58</p> <p>3.59</p> <p>3.60</p> <p>3.61</p> <p>3.62</p> <p>3.63</p> <p>3.64</p> <p>3.65</p> <p>3.66</p> <p>3.67</p> <p>3.68</p> <p>3.69</p> <p>3.70</p> <p>3.71</p> <p>3.72</p> <p>3.73</p> <p>3.74</p> <p>3.75</p> <p>3.76</p> <p>3.77</p> <p>3.78</p> <p>3.79</p> <p>3.80</p> <p>3.81</p> <p>3.82</p> <p>3.83</p> <p>3.84</p> <p>3.85</p> <p>3.86</p> <p>3.87</p> <p>3.88</p> <p>3.89</p> <p>3.90</p> <p>3.91</p> <p>3.92</p> <p>3.93</p> <p>3.94</p> <p>3.95</p> <p>3.96</p> <p>3.97</p> <p>3.98</p> <p>3.99</p> <p>4.00</p> <p>4.01</p> <p>4.02</p> <p>4.03</p> <p>4.04</p> <p>4.05</p> <p>4.06</p> <p>4.07</p> <p>4.08</p> <p>4.09</p> <p>4.10</p> <p>4.11</p> <p>4.12</p> <p>4.13</p> <p>4.14</p> <p>4.15</p> <p>4.16</p> <p>4.17</p> <p>4.18</p> <p>4.19</p> <p>4.20</p> <p>4.21</p> <p>4.22</p> <p>4.23</p> <p>4.24</p> <p>4.25</p> <p>4.26</p> <p>4.27</p> <p>4.28</p> <p>4.29</p> <p>4.30</p> <p>4.31</p> <p>4.32</p> <p>4.33</p> <p>4.34</p> <p>4.35</p> <p>4.36</p> <p>4.37</p> <p>4.38</p> <p>4.39</p> <p>4.40</p> <p>4.41</p> <p>4.42</p> <p>4.43</p> <p>4.44</p> <p>4.45</p> <p>4.46</p> <p>4.47</p> <p>4.48</p> <p>4.49</p> <p>4.50</p> <p>4.51</p> <p>4.52</p> <p>4.53</p> <p>4.54</p> <p>4.55</p> <p>4.56</p> <p>4.57</p> <p>4.58</p> <p>4.59</p> <p>4.60</p> <p>4.61</p> <p>4.62</p> <p>4.63</p> <p>4.64</p> <p>4.65</p> <p>4.66</p> <p>4.67</p> <p>4.68</p> <p>4.69</p> <p>4.70</p> <p>4.71</p> <p>4.72</p> <p>4.73</p> <p>4.74</p> <p>4.75</p> <p>4.76</p> <p>4.77</p> <p>4.78</p> <p>4.79</p> <p>4.80</p> <p>4.81</p> <p>4.82</p> <p>4.83</p> <p>4.84</p> <p>4.85</p> <p>4.86</p> <p>4.87</p> <p>4.88</p> <p>4.89</p> <p>4.90</p> <p>4.91</p> <p>4.92</p> <p>4.93</p> <p>4.94</p> <p>4.95</p> <p>4.96</p> <p>4.97</p> <p>4.98</p> <p>4.99</p> <p>5.00</p> <p>5.01</p> <p>5.02</</p>				

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 100	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 200	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 700 DEPTH: 450 HEIGHT: 1100 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 300	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 685 DEPTH: 430 HEIGHT: 1085 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc MODEL: Mirra LOD: 400	DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels WIDTH: 685 DEPTH: 430 HEIGHT: 1085 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc MODEL: Mirra PURCHASE DATE: 01/02/2013
---	---	---	--	---

(Only data in **red** is useable)

practicalBIM.net © 2013

LOD 100. És el nivell bàsic en el qual s'enumeren els elements conceptuals d'un projecte, amb el grau de definició definit per:

Requeriments:

L'element objecte pot estar representat per un símbol o representació genèrica. No és necessària la seva

definició geomètrica encara que aquest pot dependre d'altres objectes definits gràfica i geomètricament. Molts elements poden romandre en aquest nivell de desenvolupament en fases molt avançades del projecte.

Usos:

- Anàlisi sobre la base de dimensions geomètriques (si existeixen), orientació i ubicació, així com relació amb altres elements.
- Estimació de costos en relació a dades com a àrea, volum o similars (unitats, per exemple).
- Programació. L'element pot ser utilitzat per a determinació de fases i duracions.
- Coordinació. No aplicable.
- Altres a definir per aquest LOD o següents.

LOD 200. És el nivell en el qual es defineix gràficament l'element, especificant aproximadament quantitats, grandària, forma i/o ubicació respecte al conjunt del projecte. Pot incloure informació no gràfica.

Requeriments:

L'element objecte està determinat per la seva posició i ja posseeix una definició geomètrica no completa. Té les dades aproximades de dimensions, forma, ubicació i orientació. El seu ús està vinculat a elements genèrics o les definicions detallades dels quals vénen donades per agents externs al projecte.

És el LOD més baix en el qual s'indica la possibilitat d'incloure informació no gràfica d'un element, com pot ser el cost real (no estimat del LOD 100), així com característiques d'envolupants, pesos, fabricants i manuals de manteniment.

Usos:

- Anàlisi. L'element pot ser analitzat per al seu funcionament sobre la base de l'ús de criteris generals del projecte.
- Estimació avançada de costos vinculats a dades geomètriques i de quantitats propis d'aquest nivell. Aquest cost deriva del propi element i no d'altres elements.
- Programació. L'element pot ser utilitzat per mostrar planificacions de temps i criteris de prioritats.
- Coordinació. L'element pot ser utilitzat per coordinar-se amb altres elements del projecte sobre la base de dimensions, ubicació, trajectòries i distàncies respecte a uns altres.
- Altres a definir per aquest LOD o següents. a definir per aquest LOD o següents. Per exemple, una façana pot estar definida per la seva tipologia i forma (façana corba de Maó cara vista) però sense arribar a determinar la seva composició de capes o sistemes constructius (espessors, materials, etc) i la seva estimació de cost depèn de la seva longitud i superfície propis, no dels de la superfície de cada planta de l'edifici.

Level of development (2016) practical BIM.
Recuperat
de www.practicalbim.blogspot.com

LOD 300. És el nivell en el qual es defineixen gràficament l'element, especificant de forma precisa quantitats, grandària, forma i/o ubicació respecte al conjunt del projecte. Pot incloure informació no gràfica.

Requeriments:

L'element objecte està definit geomètricament detalladament, així com la seva posició, pertinença a un sistema constructiu específic, ús i muntatge en termes de quantitats, dimensions, forma, ubicació i orientació. També s'indica la possibilitat d'incloure informació no gràfica vinculada a l'element.

Usos:

- Anàlisi. L'element pot ser analitzat per al seu funcionament sobre la base de l'ús de criteris específics del propi element. Pot requerir informació no gràfica complementària.
- Cost. Valoració específica i precisa de l'element sobre la base de dades concretes de fabricació i posada en obra.
- Programació. L'element pot ser utilitzat per mostrar planificacions de temps i criteris de prioritats.
- Coordinació. L'element pot ser utilitzat per coordinar-se amb altres elements del projecte sobre la base de dimensions, ubicació, trajectòries i distàncies respecte a uns altres.
- Altres a definir per aquest LOD o següents.

LOD 350.

Equivalent al nivell LOD 300 però incloent la detecció d'interferències entre diferents elements És propi de projectes complexos desenvolupats independentment per disciplines o una altra desagregació de projecte específica. Afecta a l'anàlisi, Programació i coordinació del projecte. Ocasionalment, al cost per element i conjunt. Habitualment, modifica la totalitat del projecte respecte a LOD 300 segons criteris definits en els quals sol ser prioritari el respecte a l'estructura enfront d'instal·lacions, i aquestes enfront d'arquitectura. Requereixen d'una perfecta coordinació entre tots els agents i les diferents disciplines i subdisciplines per a una correcta execució en obra i una dràstic reducció d'errors i modificacions en aquesta.

LOD 400.

Requeriments:

L'element objecte està definit detalladament, així com la seva posició, pertinença a un sistema constructiu específic, ús i muntatge en termes de quantitats, dimensions, forma, ubicació i orientació amb detallat complet, informació de fabricació específica per al projecte, posada en obra/muntatge i instal·lació També s'indica la possibilitat d'incloure informació no gràfica vinculada a l'element.

Usos:

- Anàlisi. L'Element pot ser analitzat per al seu funcionament sobre la base de l'ús de criteris específics del propi element i els sistemes o conjunts constructius als quals pertany. Pot requerir informació no gràfica complementària.
- Cost. Valoració específica i precisa de l'element sobre la base de dades concretes de fabricació i posada en obra segons preu de compra del mateix.
- Programació. L'element pot ser utilitzat per mostrar planificacions de temps i criteris de prioritats, així com terminis de fabricació i tasques vinculades a aquesta.
- Coordinació. L'element pot ser utilitzat per coordinar-se amb altres elements del projecte sobre la base de dimensions, ubicació, trajectòries i distàncies respecte a uns altres, incloent dades d'ús i manteniment específics. S'inclou la detecció de col·lisions entre elements.

- Altres. Solament aplicable als elements amb necessitats específiques d'aquest LOD, similars als del LOD 300 però amb major precisió

LOD 500. El nivell LOD 500 es dedica a l'ús i manteniment d'aquests edificis, però no inclou les qüestions energètiques derivades del reciclat de forma directa.

Requeriments:

L'element objecte està definit geomètricament detalladament, així com la seva posició, pertinença a un sistema constructiu específic, ús i muntatge en termes de quantitats, dimensions, forma, ubicació i orientació. També s'indica la possibilitat d'incloure informació no gràfica vinculada a l'element.

Es verifica la informació d'aquest nivell en relació al procés constructiu finalitzat ("as built") i no és aplicable a tots els elements del projecte. El criteri vàlid serà definit per la propietat i les normatives corresponents. La informació d'aquest nivell substitueix a les equivalents d'altres nivells inferiors en tots els casos. Elements del model poden estar definits a nivell de LOD 500 sense haver-ho fet en nivells anteriors i s'inclourà sempre l'autor del mateix com a agent responsable de la seva execució.

Usos:

- L'ús del nivell LOD 500 està vinculat al futur i pot incloure: determinació d'estat actual, especificacions i aprovacions de productes, ús i manteniments directes o indirectes, gestió i explotació, així com renovacions i modificacions.

LOD 600. Relativa als paràmetres de reciclat de cada element del model, incloent aquells elements determinats clarament en el LOD 400 i els previs.

Requeriments:

L'element objecte no està definit geomètricament detalladament, però sí ho estan les seves condicions de reciclatge, com a materials propis, toxicitat, vida útil, distància a punts de fabricació/reciclatge, pes i volum, formes de trasllat i desmuntatge, etc. Està basada principalment en informació no gràfica vinculada a l'element.

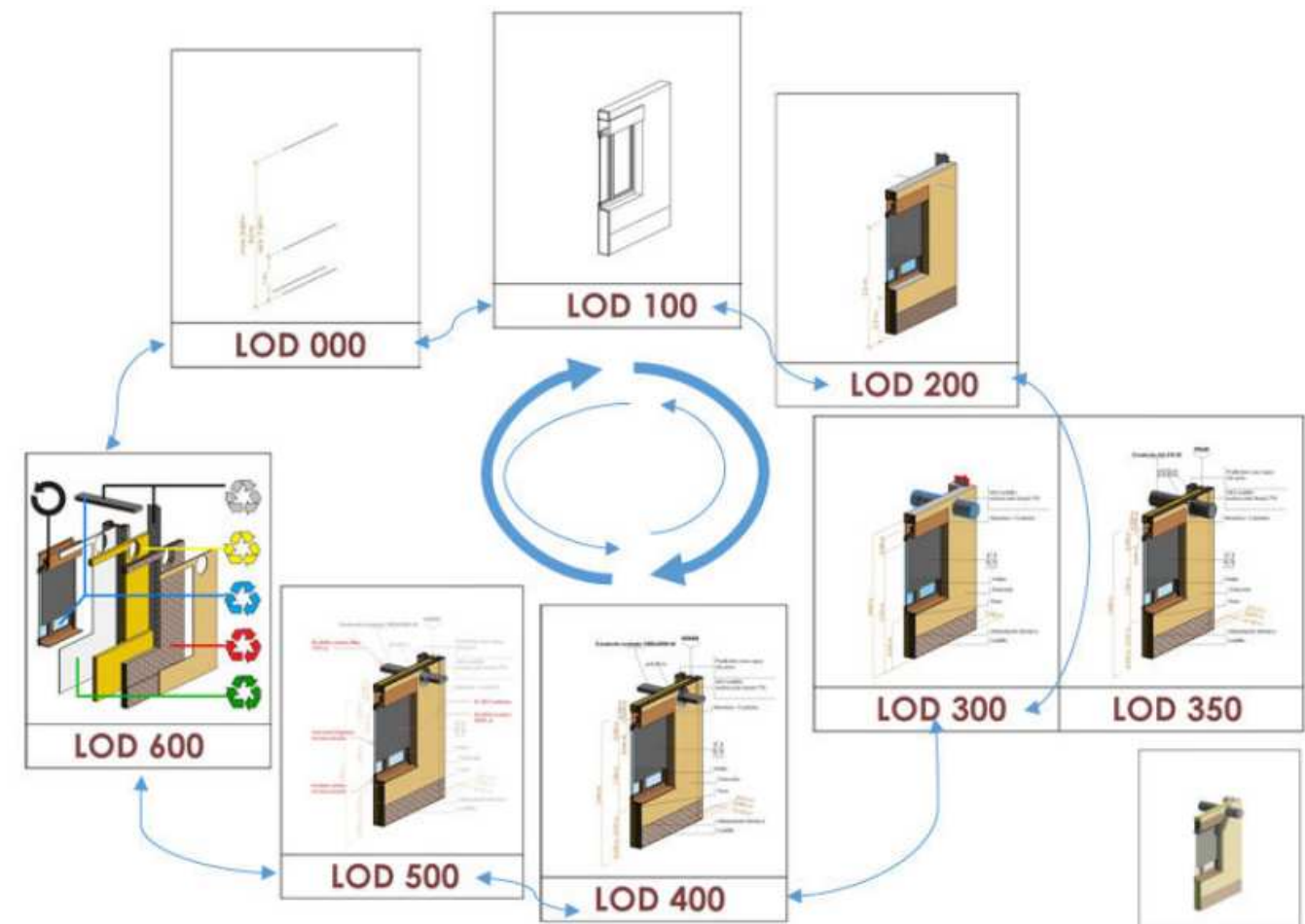
Usos:

- Anàlisi. L'element ha d'incloure els seus detalls de desmuntatge, enderrocament i reciclatge. Compost d'informació no gràfica principalment.
- Cost. Estimació de costos i despeses en virtut de les necessitats de reciclatge de l'element, vinculats a qüestions com a vida útil amortització, valor de renovació, etc. pròpies de l'emplaçament i la distància a altres entorns (punts de reciclatge, factors, nuclis urbans, zones protegides, etc.).
- Programació. L'element haurà de tenir en compte la seva vida útil, la fiabilitat en la seva utilització i els costos derivats del reciclatge, així com taxes, penalitzacions o sancions relacionades.
- Coordinació. L'element pot ser utilitzat per coordinar-se amb altres elements del projecte sobre la base de planificacions de reciclatge així com la seva afecció en la resta d'elements del projecte durant la seva modificació (retirada, descens d'eficàcia, toxicitat, etc)
- Altres a definir.

LOD X00.*Requeriments:*

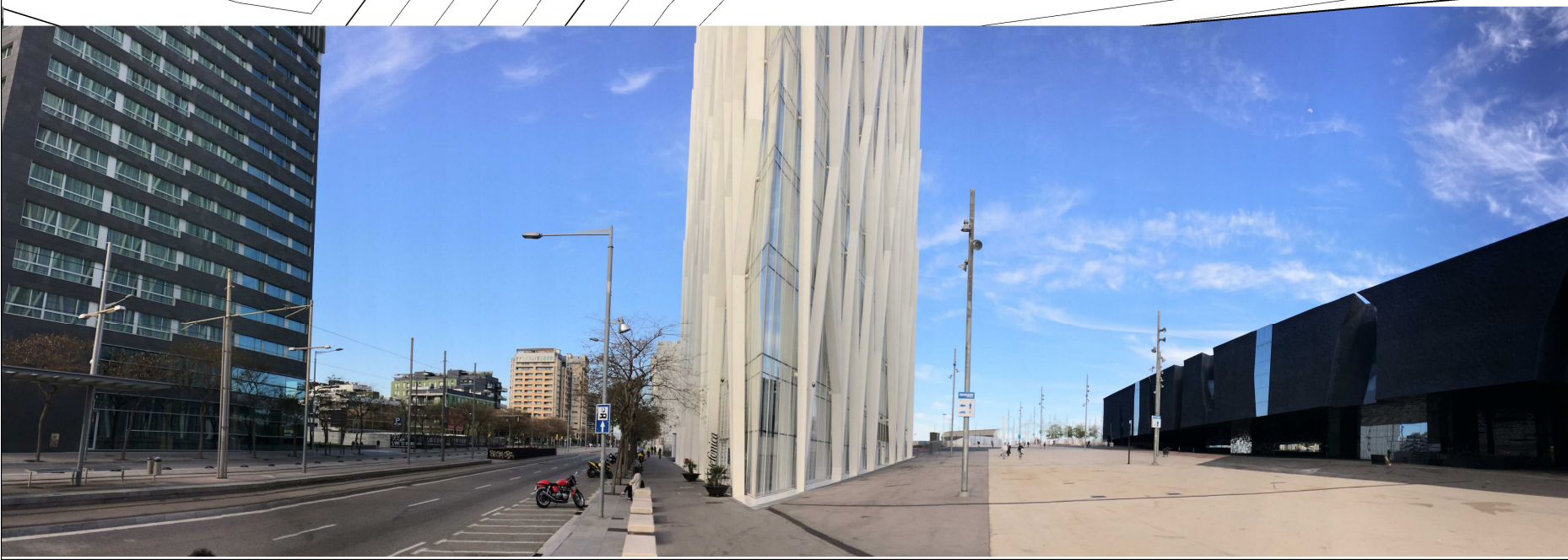
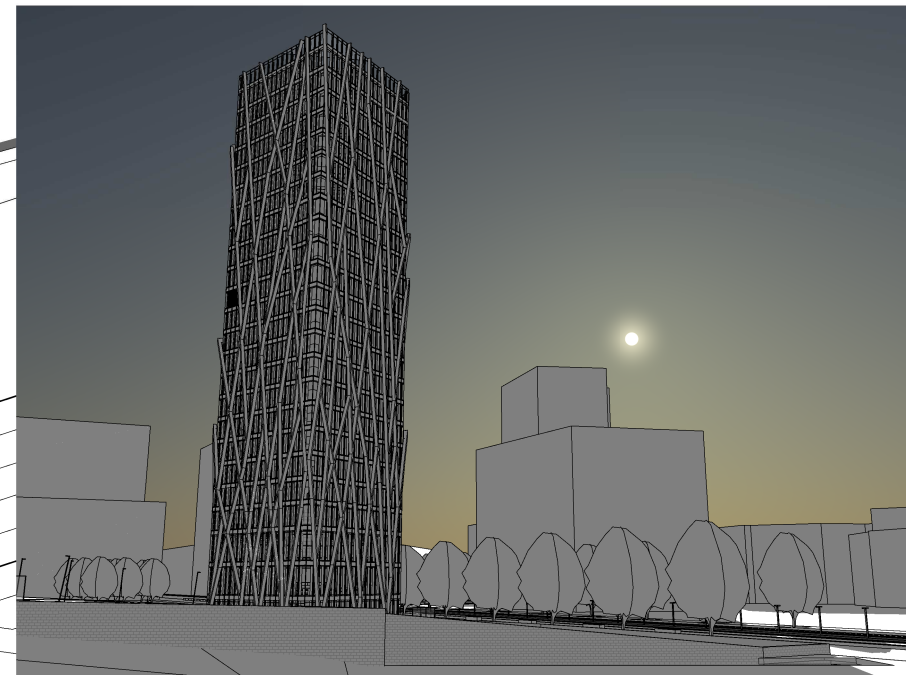
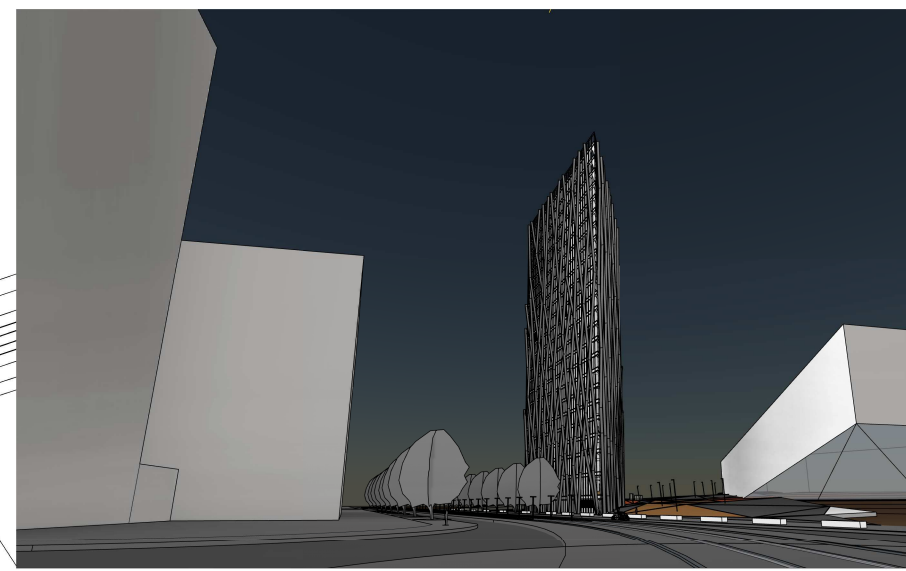
L'element objecte estarà definit geomètricament per complet i afegirà nous conceptes com distància des de la qual és visible i diferents graus de definició geomètrica segons distàncies, per exemple. La textura derivarà de les característiques dels seus materials superficials. És possible afegir una altra informació no gràfica vinculada a l'element.

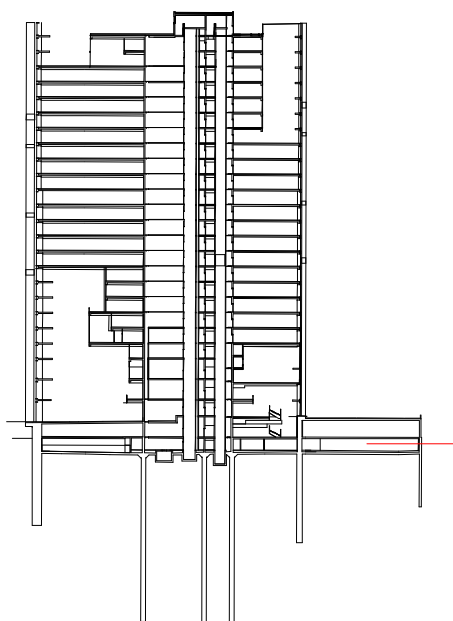
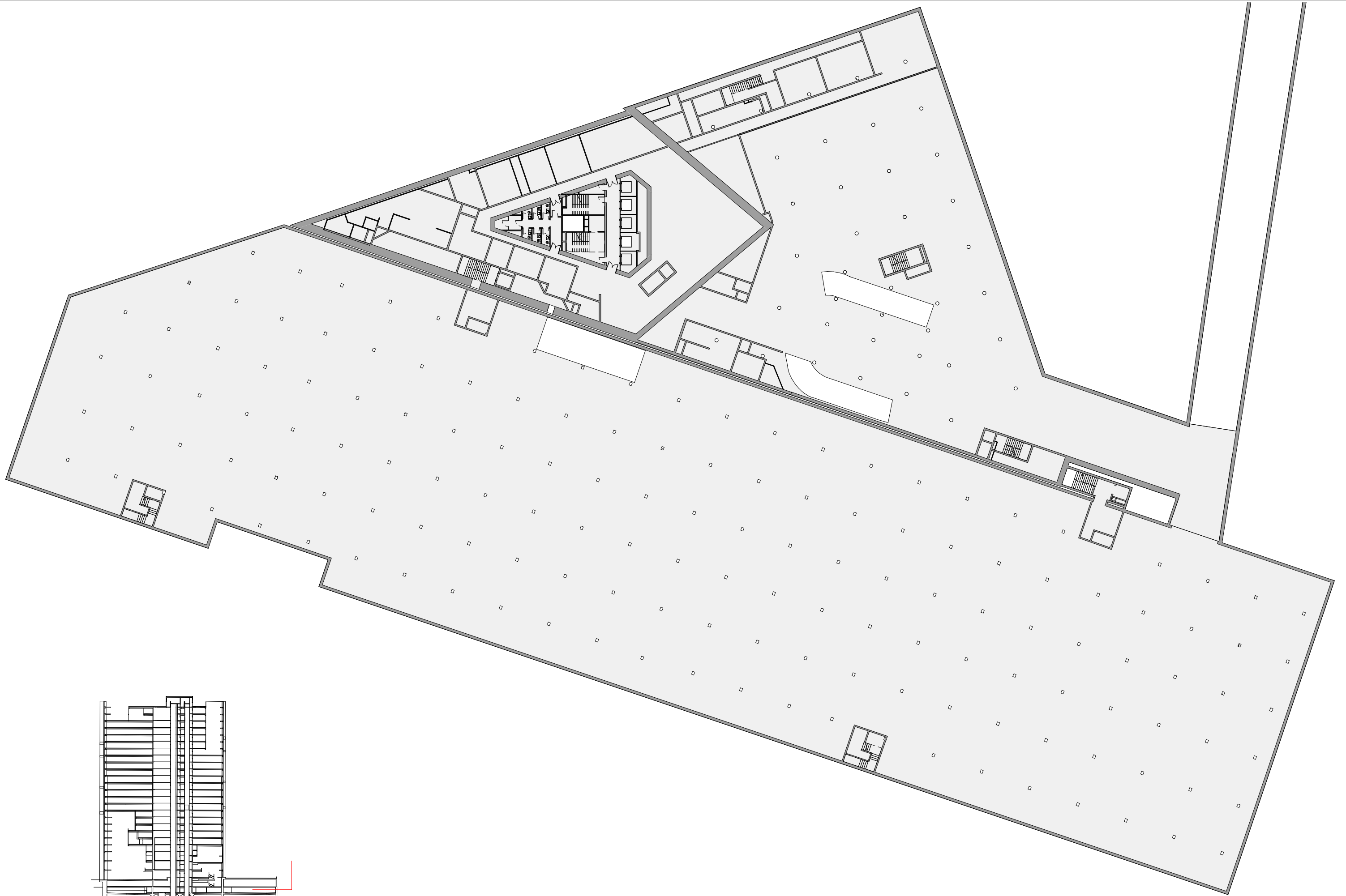
- Anàlisi. L'Element pot ser analitzat per a la seva visibilitat i funcionament sobre la base de l'ús de criteris específics del propi element i la seva relació amb l'entorn, ambient i situació climàtica. Compost d'informació no gràfica principalment.
- Cost: no aplicable.
- Programació. L'element pot ser utilitzat per mostrar planificacions de temps vinculats als aspectes gràfics (distància, velocitat, angle de visió, etc)
- Coordinació. L'element pot ser utilitzat per coordinar-se amb altres elements del projecte sobre la base d'ubicació, trajectòries i distàncies respecte a uns altres, incloent dades relacionades amb la topografia o uns altres. Inclou la detecció de col·lisions entre elements aliens al projecte (edificis adjacents, topografia, viaris, circulacions, etc)
- Altres a definir.

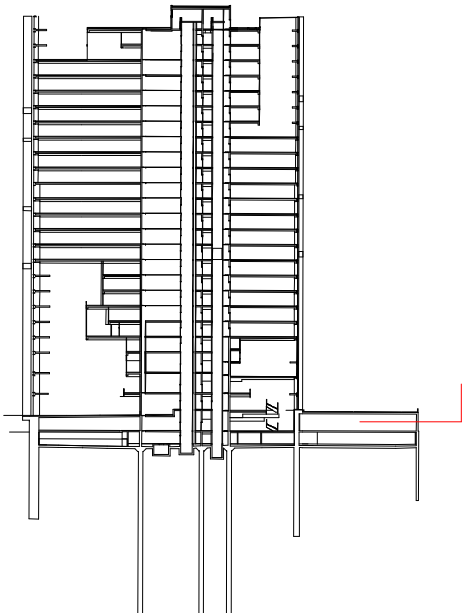
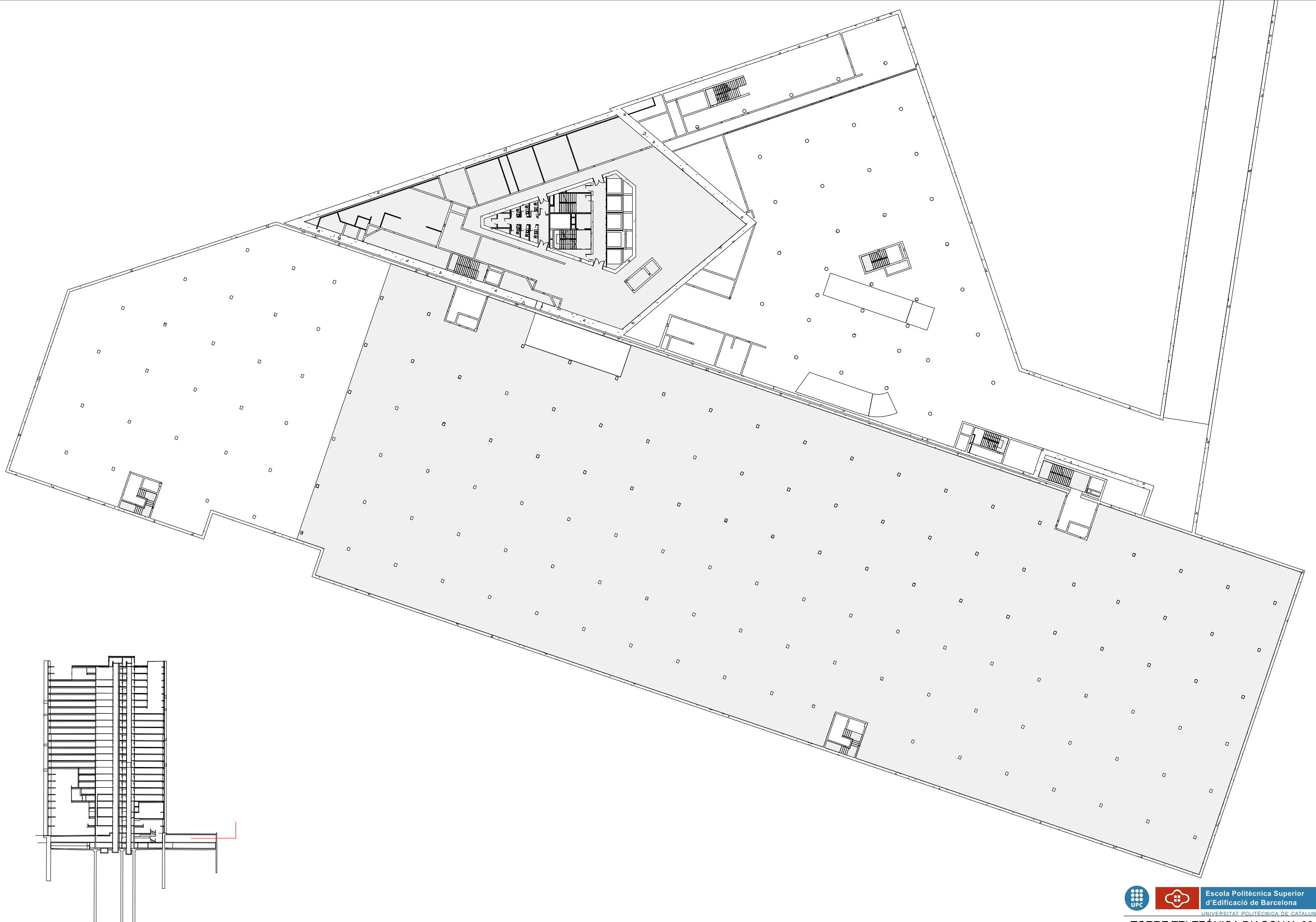


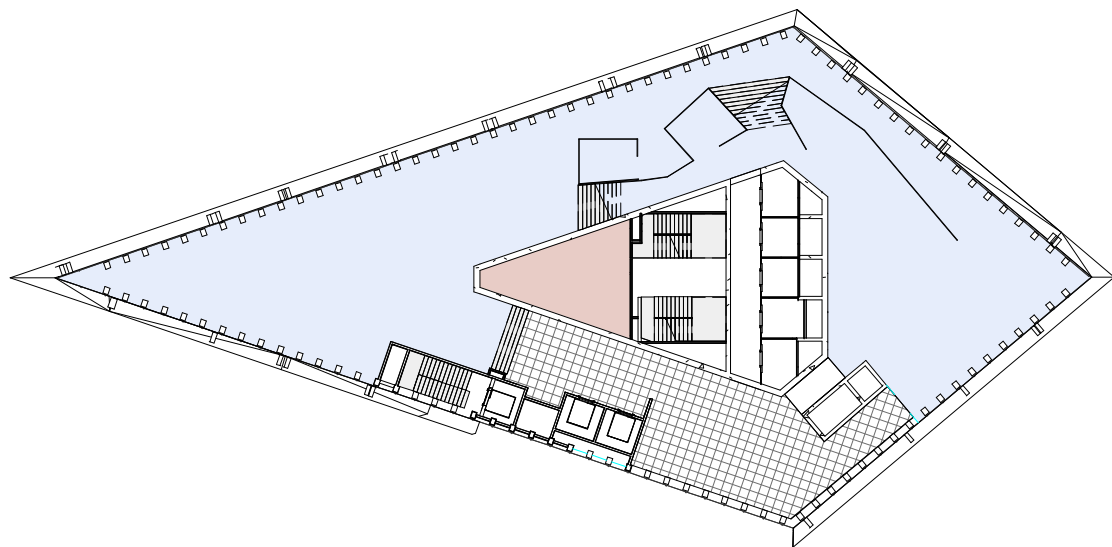
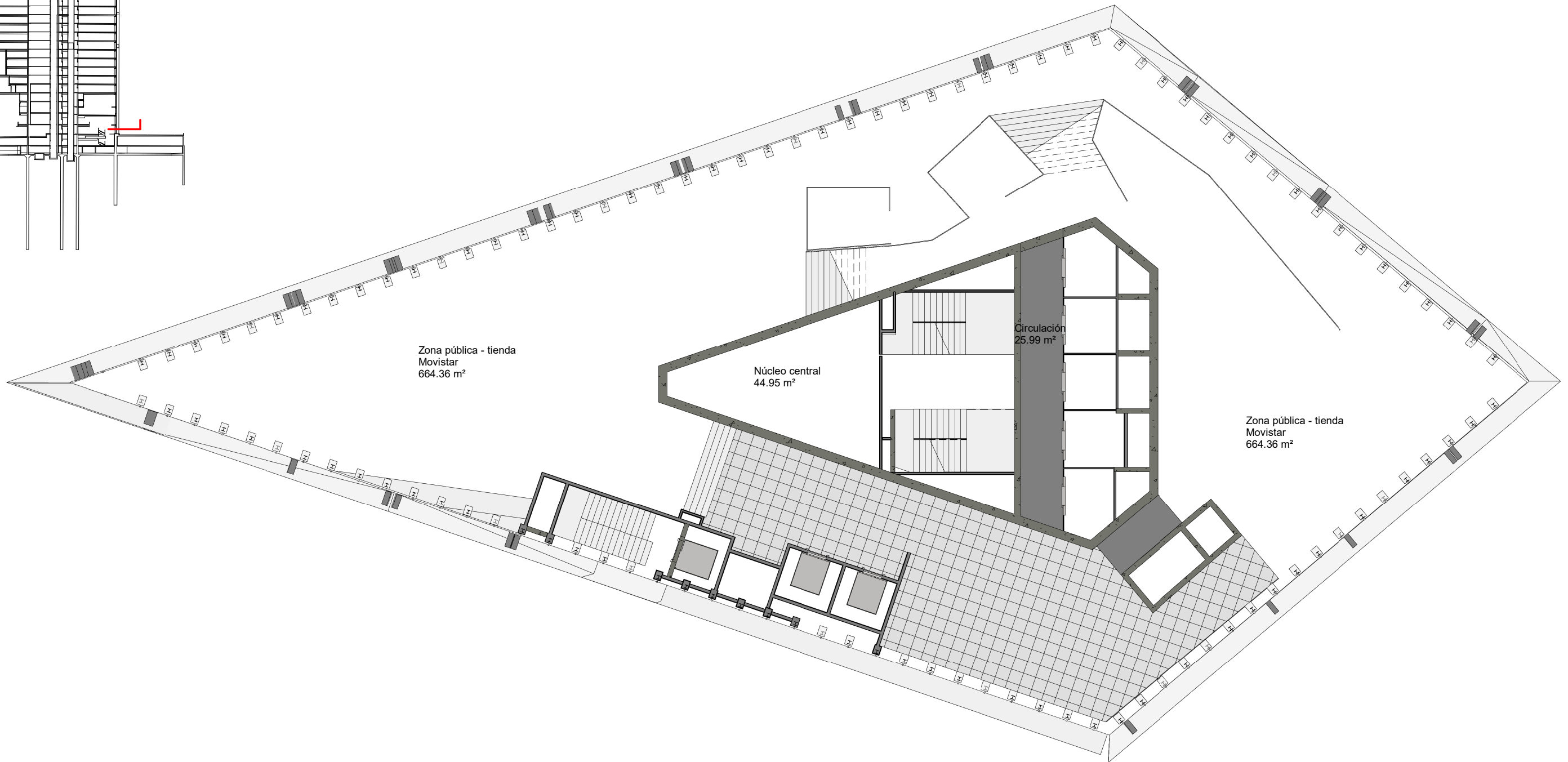
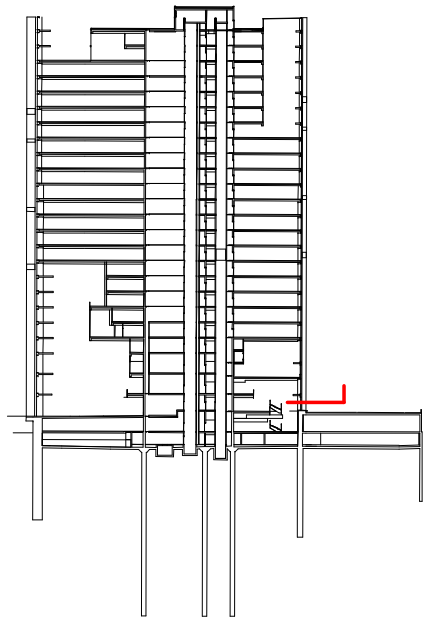
Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España (2016) Javier Alonso Madrid. Recuperat de www.practicalbim.blogspot.com

TERCERA PART. LA TORRE EN BIM.









Programa

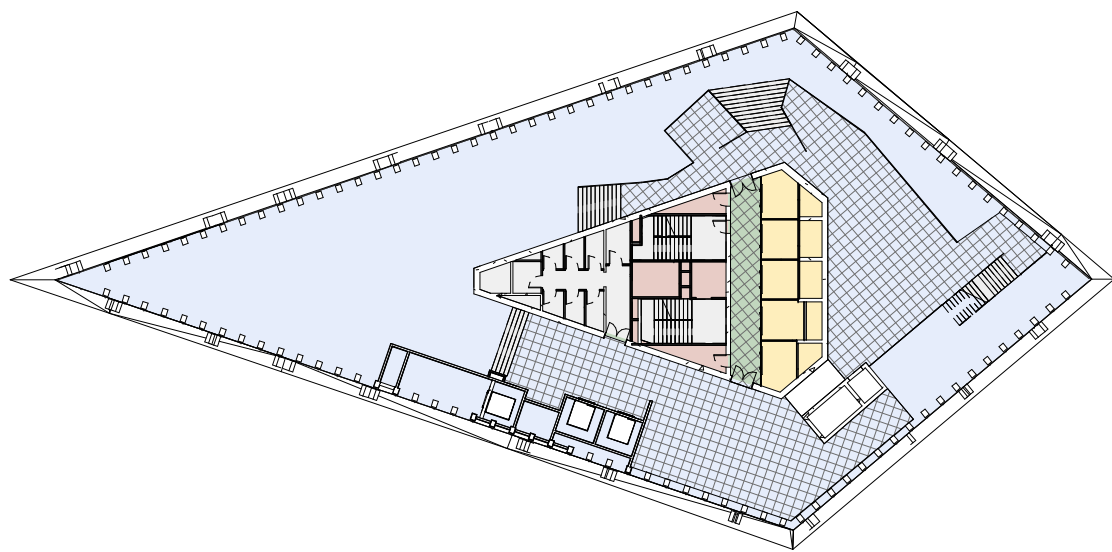
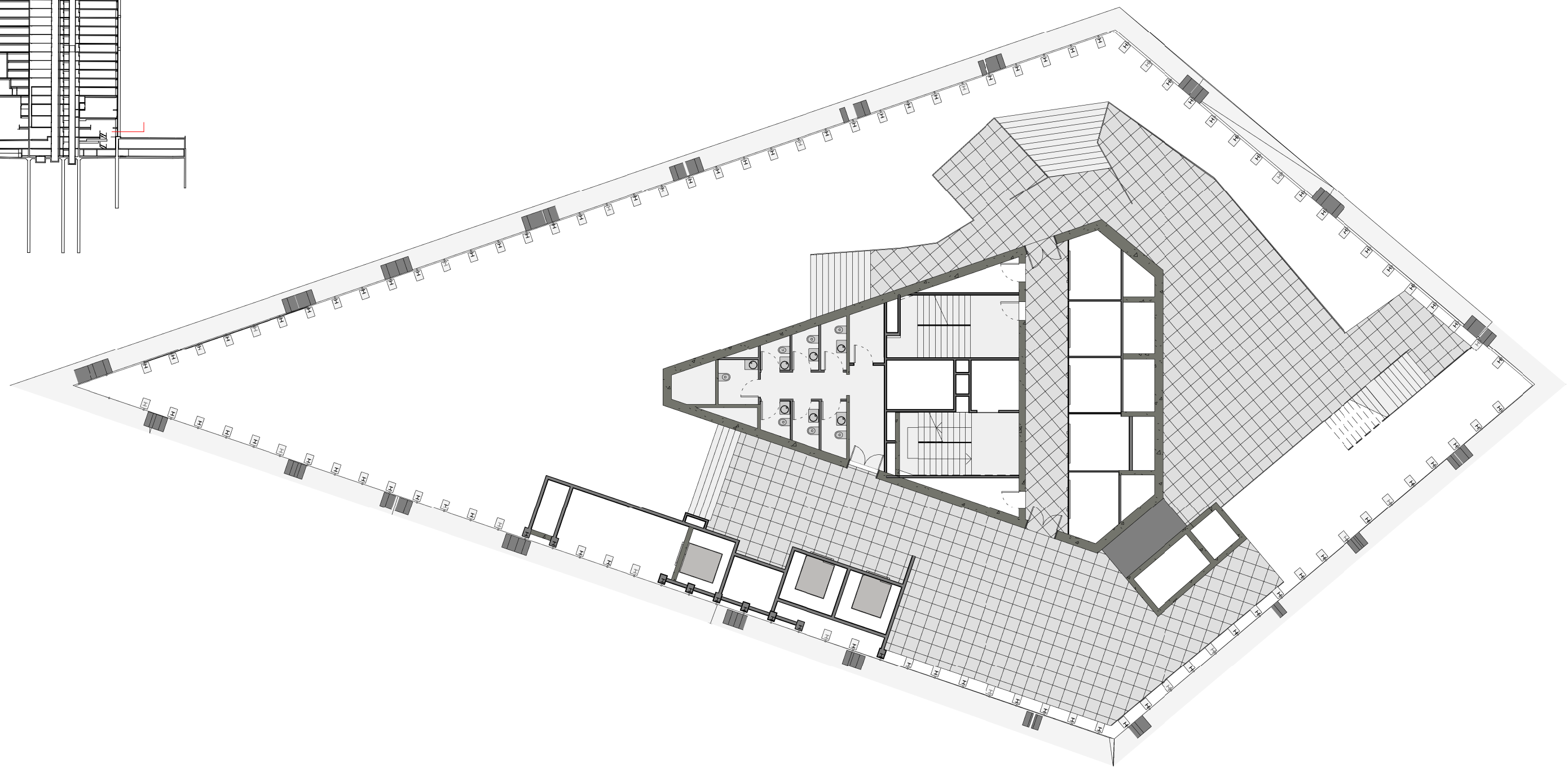
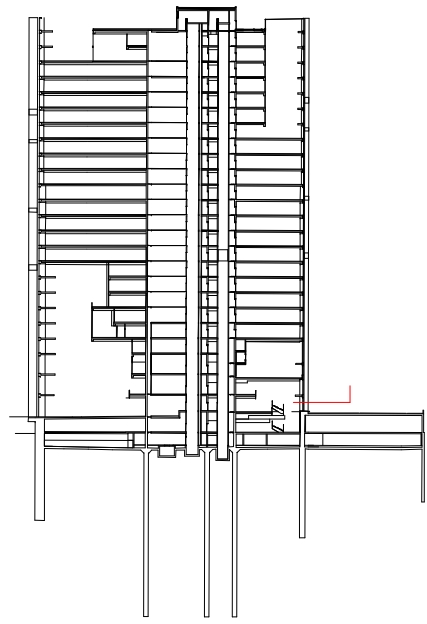
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta acceso

Cota de referencia sup	
Zona pública - tienda Movistar	664 m²
Núcleo central	45 m²
Acceso parking	203 m²
Circulación	26 m²
Total general	938 m²

Área construida planta acceso

Cota de referencia sup	
Área construida	1136 m²



Programa

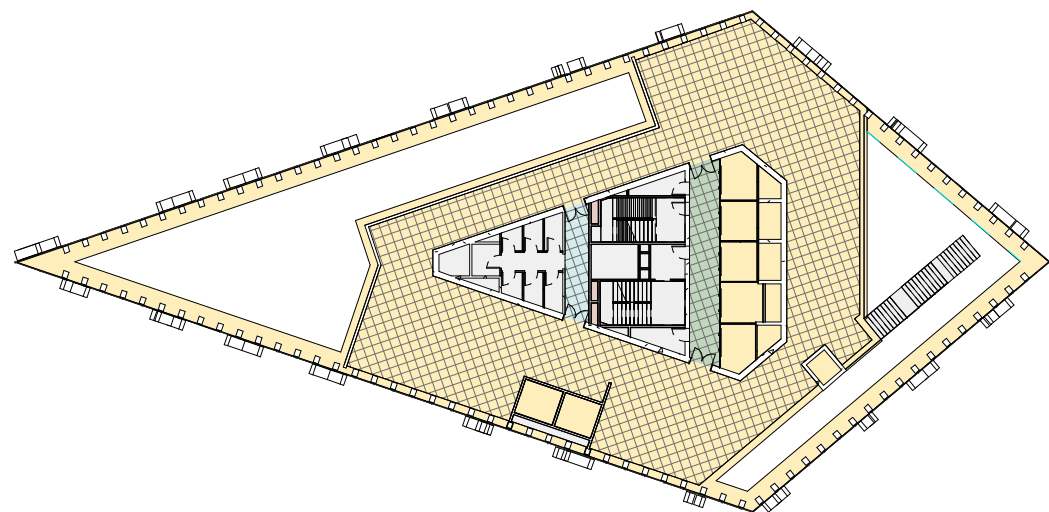
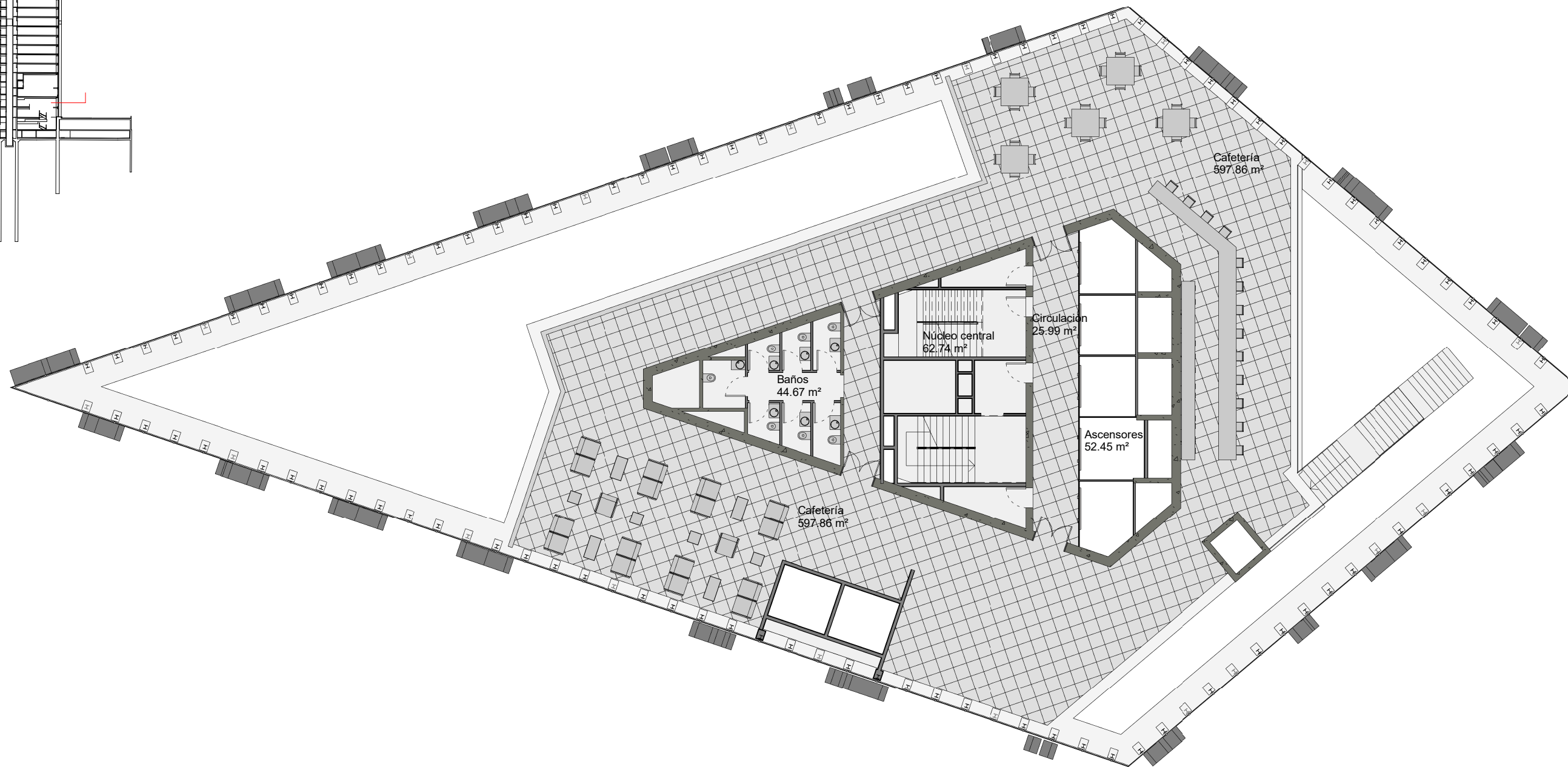
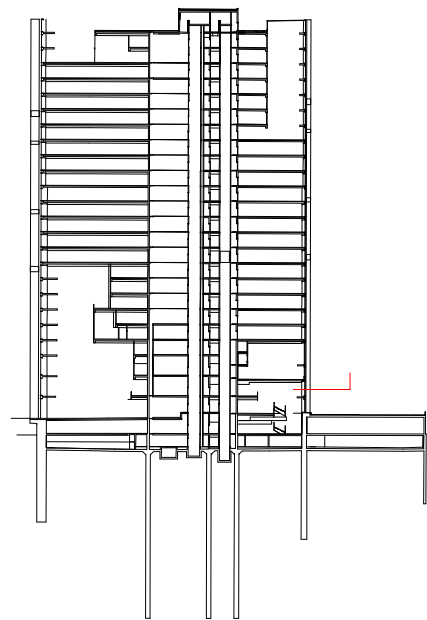
- | | |
|----------------|--------------------------------|
| Ascensores | Planta técnica |
| Cafetería | Sala de reuniones |
| Baños | Sala mirador |
| Circulación | Gerencia |
| Núcleo central | Cubierta mantenimiento |
| Habitación | Sala de máquinas |
| Oficinas | Acceso parking |
| Sala de actos | Zona pública - tienda Movistar |
| Despachos | |

Superficies útiles Planta acceso

Cota de referencia sup	
Zona pública - tienda Movistar	664 m ²
Núcleo central	45 m ²
Acceso parking	203 m ²
Circulación	26 m ²
Total general	938 m ²

Área construida planta acceso

Cota de referencia sup	
Área construida	1136 m ²



Programa

Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

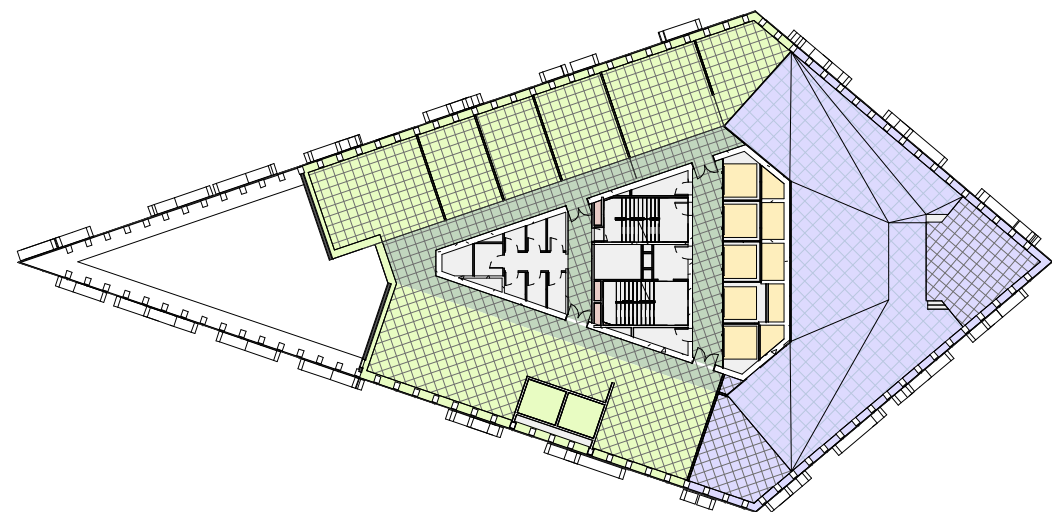
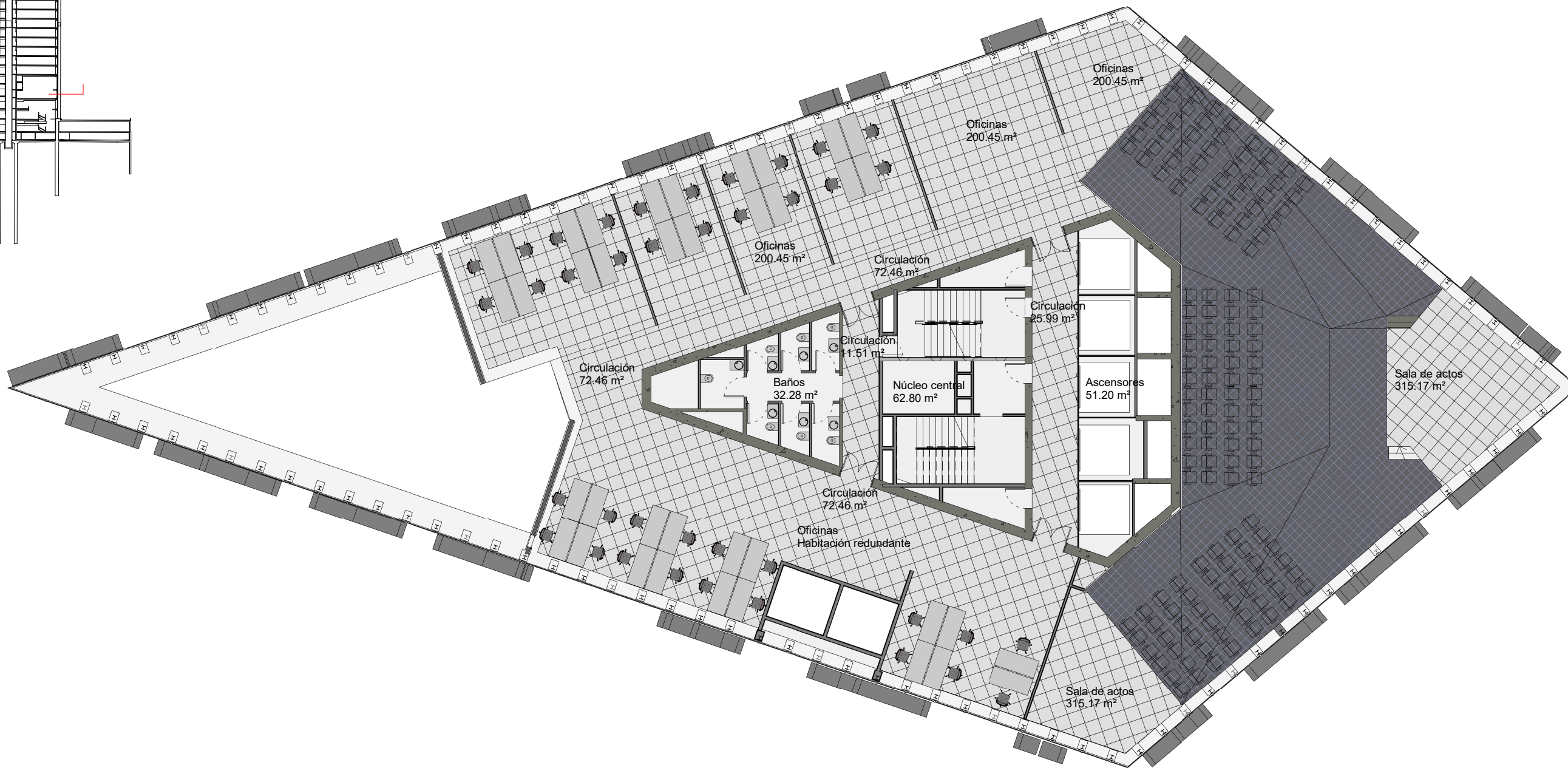
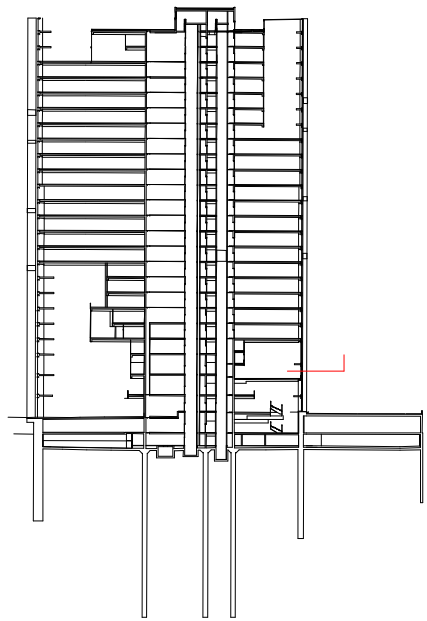
Superficies útiles Planta 1

Planta 1	
Cafetería	598 m²
Baños	45 m²
Circulación	26 m²
Núcleo central	63 m²
Ascensores	52 m²
Ascensores	Habitación redundante
Ascensores	3 m²
Total general	786 m²

Área construida planta 1

Planta 1	
Área construida	855 m²





Programa

Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

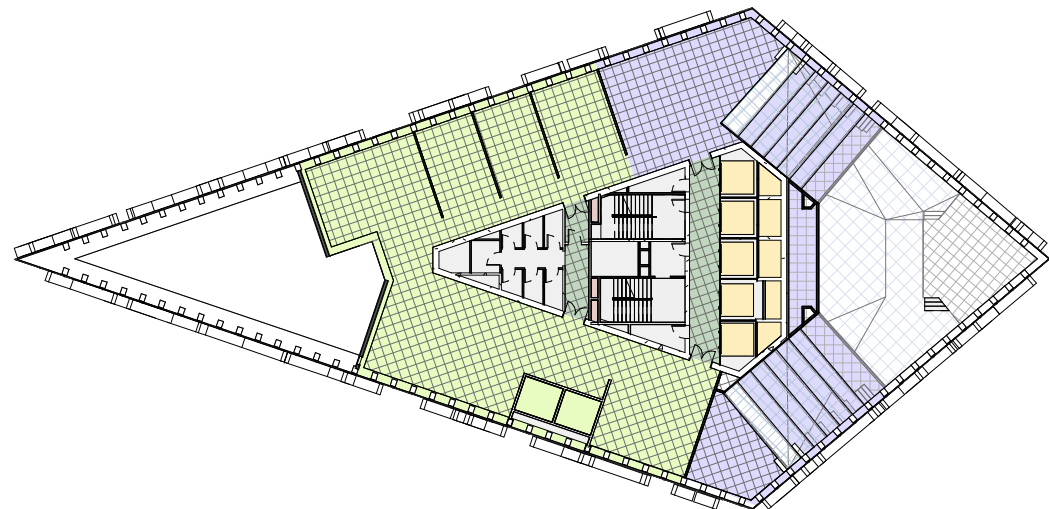
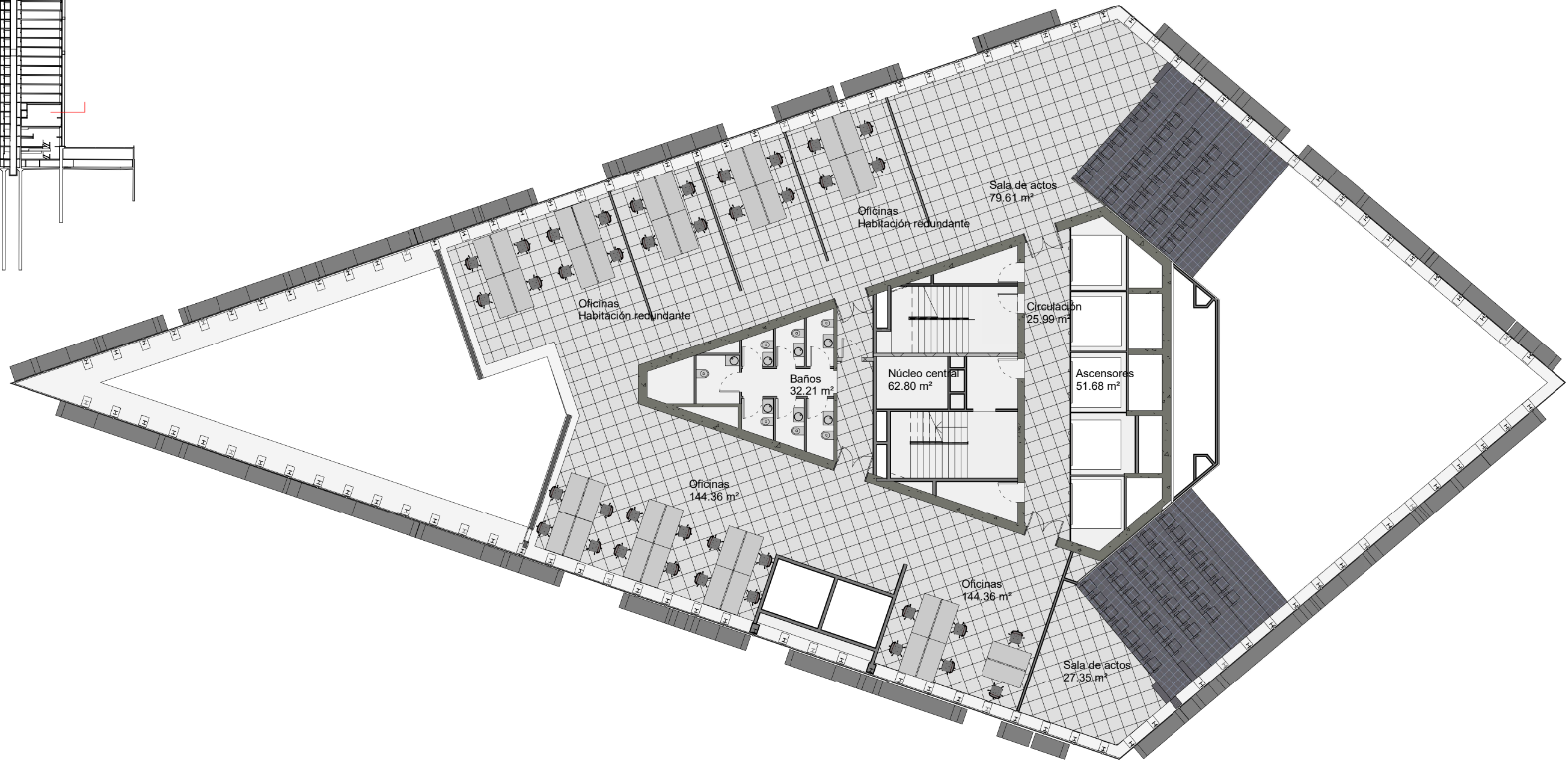
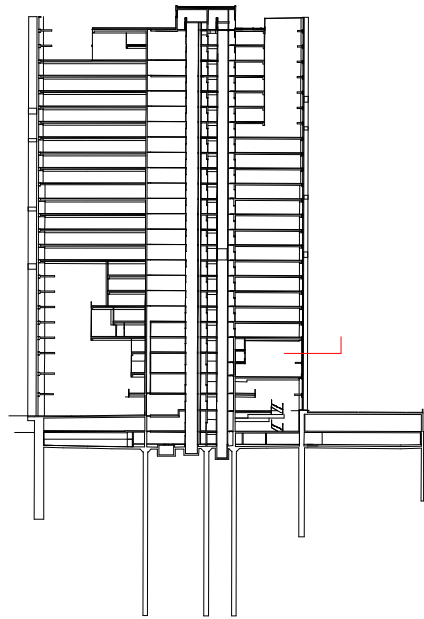
Superficies útiles Planta 2

Planta 2	
Circulación	72 m ²
Circulación	26 m ²
Circulación	12 m ²
Baños	32 m ²
Ascensores	51 m ²
Núcleo central	63 m ²
Oficinas	200 m ²
Ascensores	148 m ²
Oficinas	Habitación redundante
Sala de actos	315 m ²
Total general	920 m ²

Área construida planta 2

Planta 2	
Área construida	974 m ²





Programa

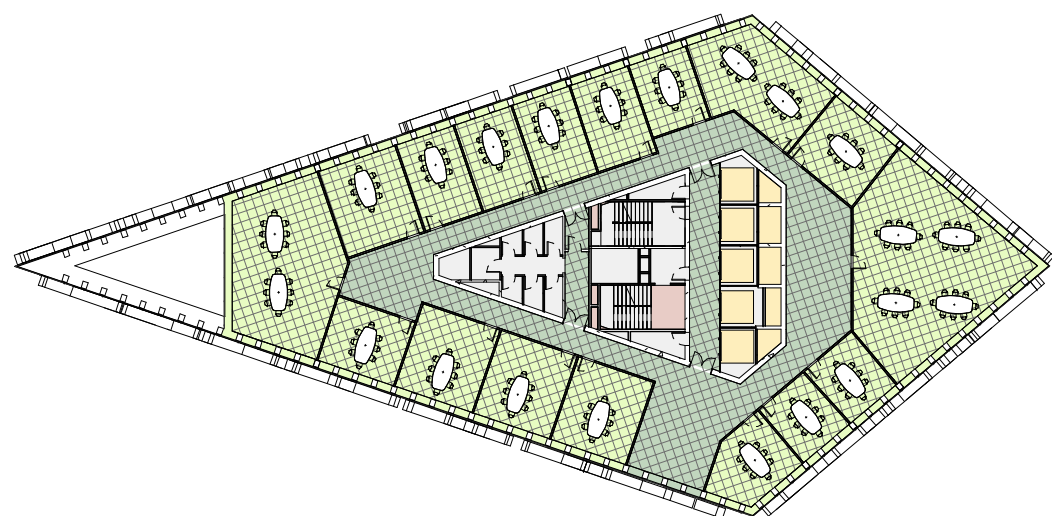
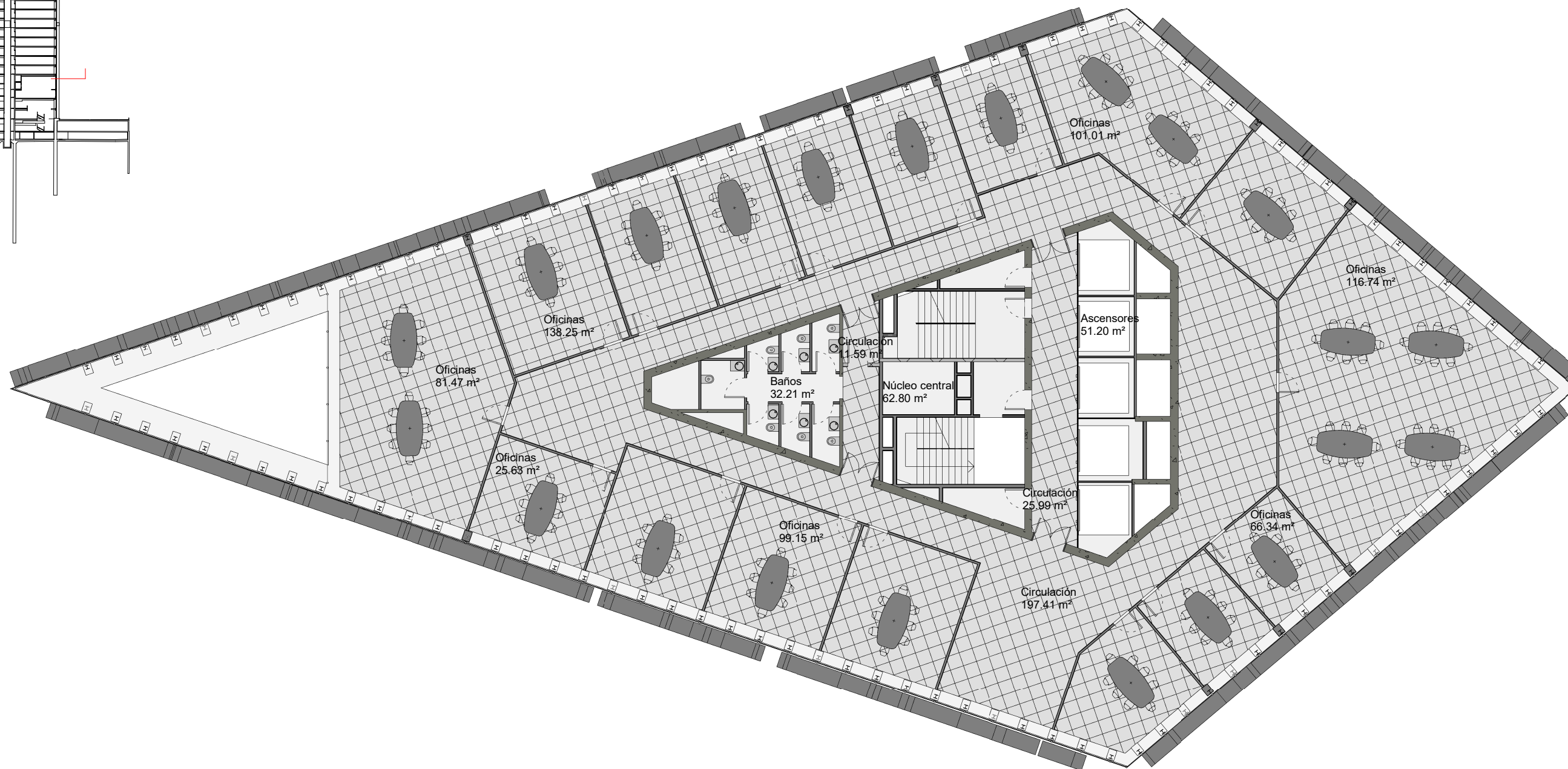
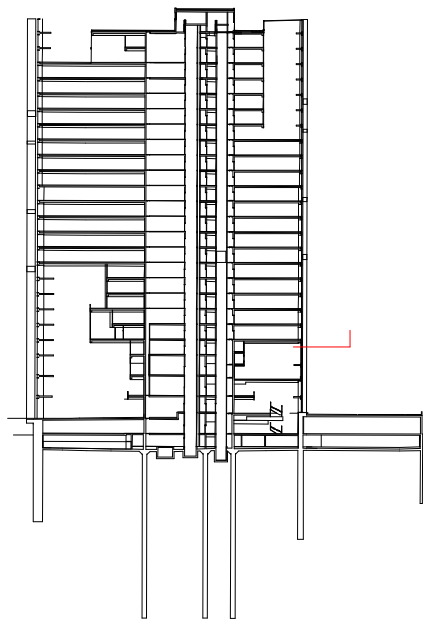
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 3

Planta 3	
Baños	32 m²
Núcleo central	63 m²
Circulación	26 m²
Ascensores	52 m²
Circulación	197 m²
Oficinas	Habitación redundante
Oficinas	144 m²
Sala de actos	80 m²
Sala de actos	58 m²
Sala de actos	58 m²
Sala de actos	27 m²
Circulación	12 m²
Sala de actos	14 m²
Total general	762 m²

Área construida planta 3

Planta 3	
Área construida	974 m²



Programa

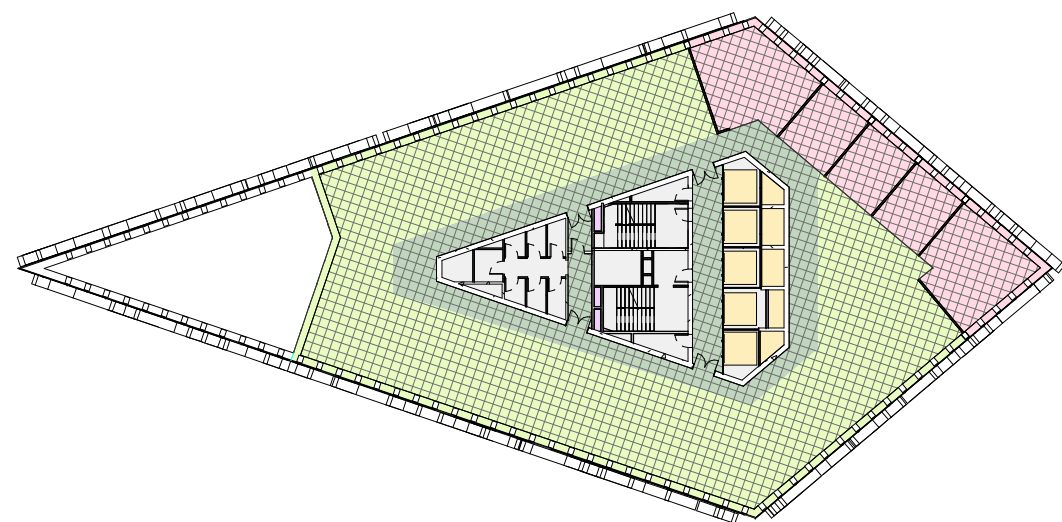
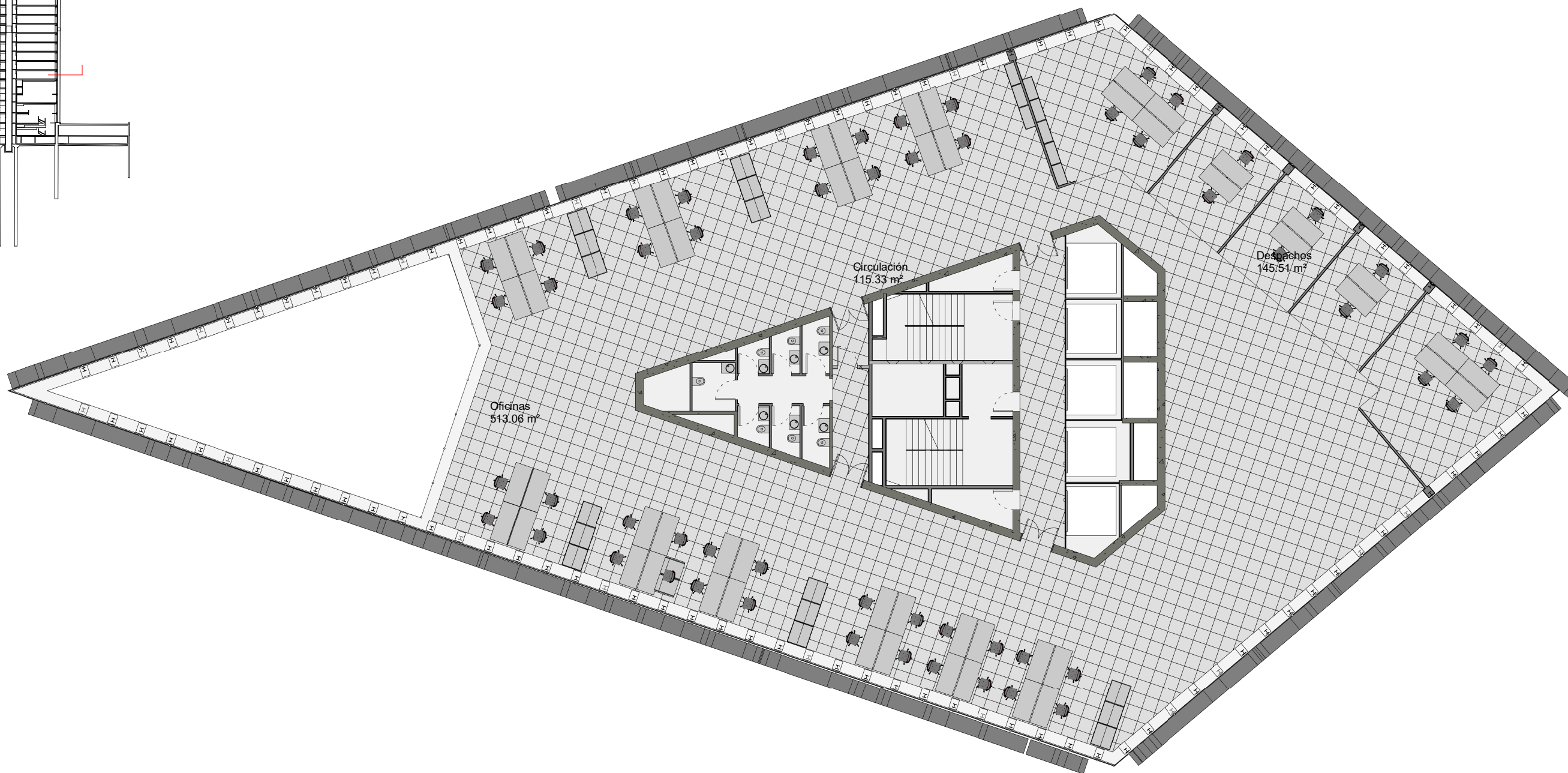
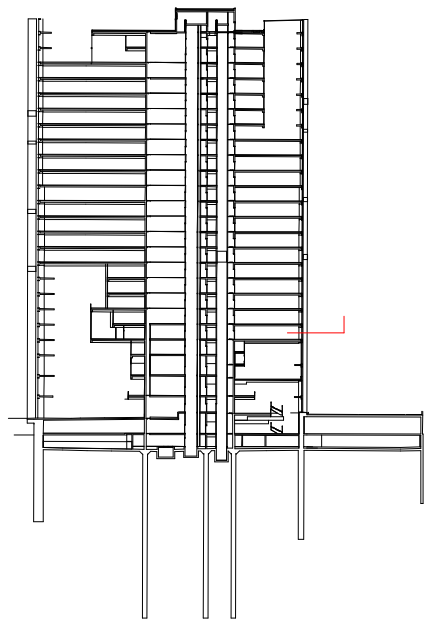
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 4

Planta 4	
Circulación	26 m ²
Circulación	12 m ²
Núcleo central	63 m ²
Ascensores	51 m ²
Circulación	197 m ²
Oficinas	138 m ²
Oficinas	101 m ²
Oficinas	117 m ²
Oficinas	66 m ²
Oficinas	99 m ²
Oficinas	26 m ²
Oficinas	81 m ²
Baños	32 m ²
Total general	1010 m ²

Área construida planta 4

Planta 4	
Área construida	1136 m ²



Programa

- | | |
|----------------|--------------------------------|
| Ascensores | Planta técnica |
| Cafetería | Sala de reuniones |
| Baños | Sala mirador |
| Circulación | Gerencia |
| Núcleo central | Cubierta mantenimiento |
| Habitación | Sala de máquinas |
| Oficinas | Acceso parking |
| Sala de actos | Zona pública - tienda Movistar |
| Despachos | |

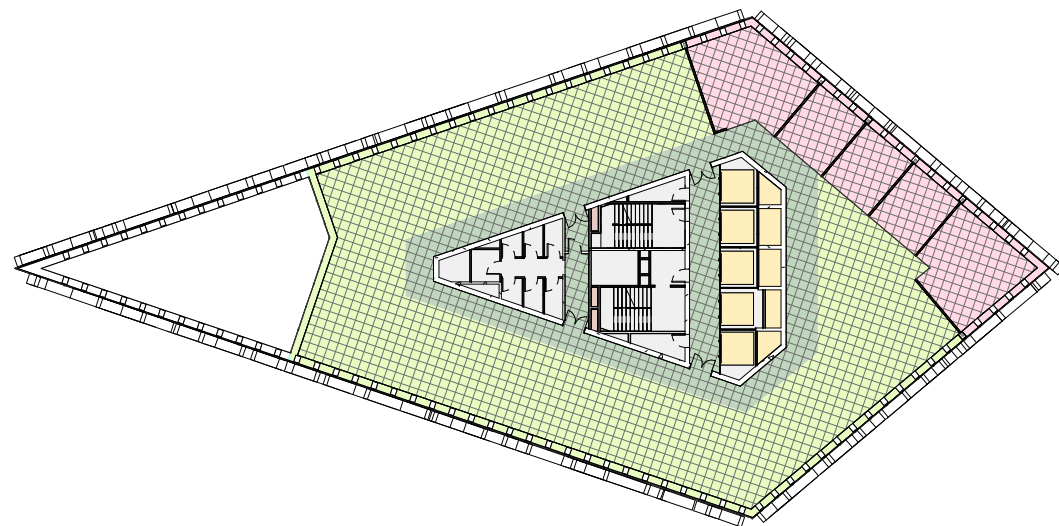
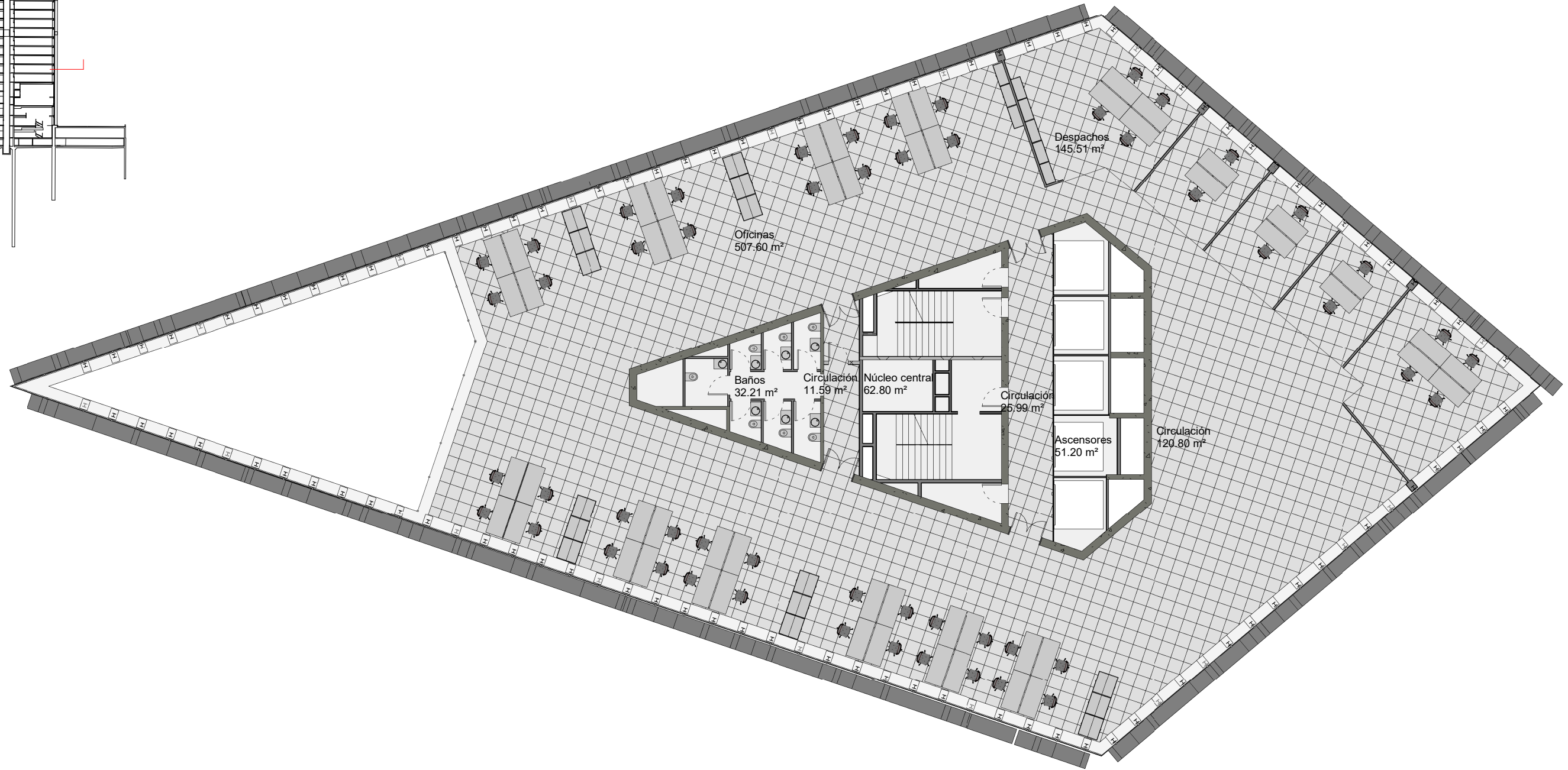
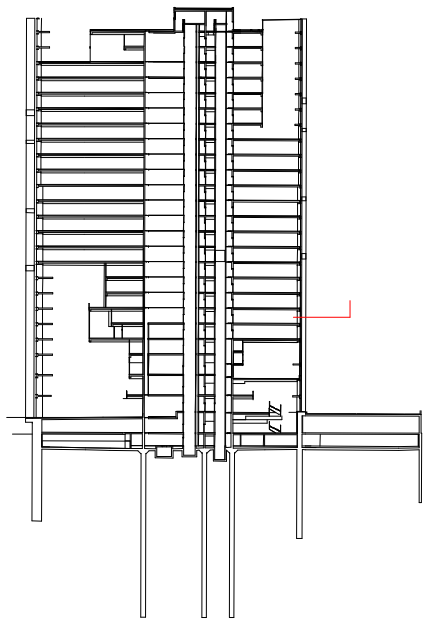
Superficies útiles Planta 5

Planta 5	
Circulación	115 m²
Oficinas	513 m²
Despachos	146 m²
Baños	32 m²
Circulación	12 m²
Circulación	26 m²
Ascensores	51 m²
Habitación	63 m²
Total general	958 m²

Área construida planta 5

Planta 5	
Área construida	1005 m²





Programa

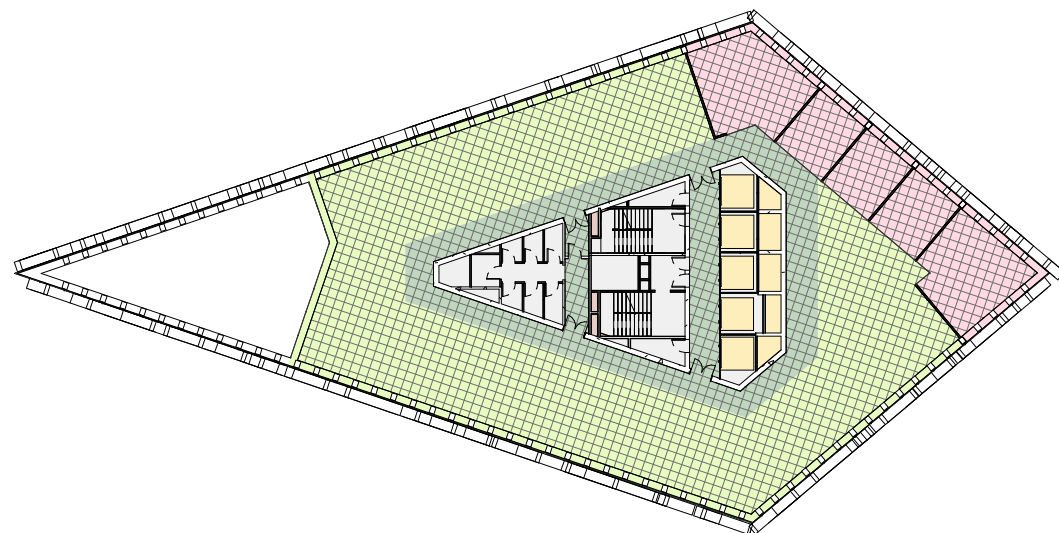
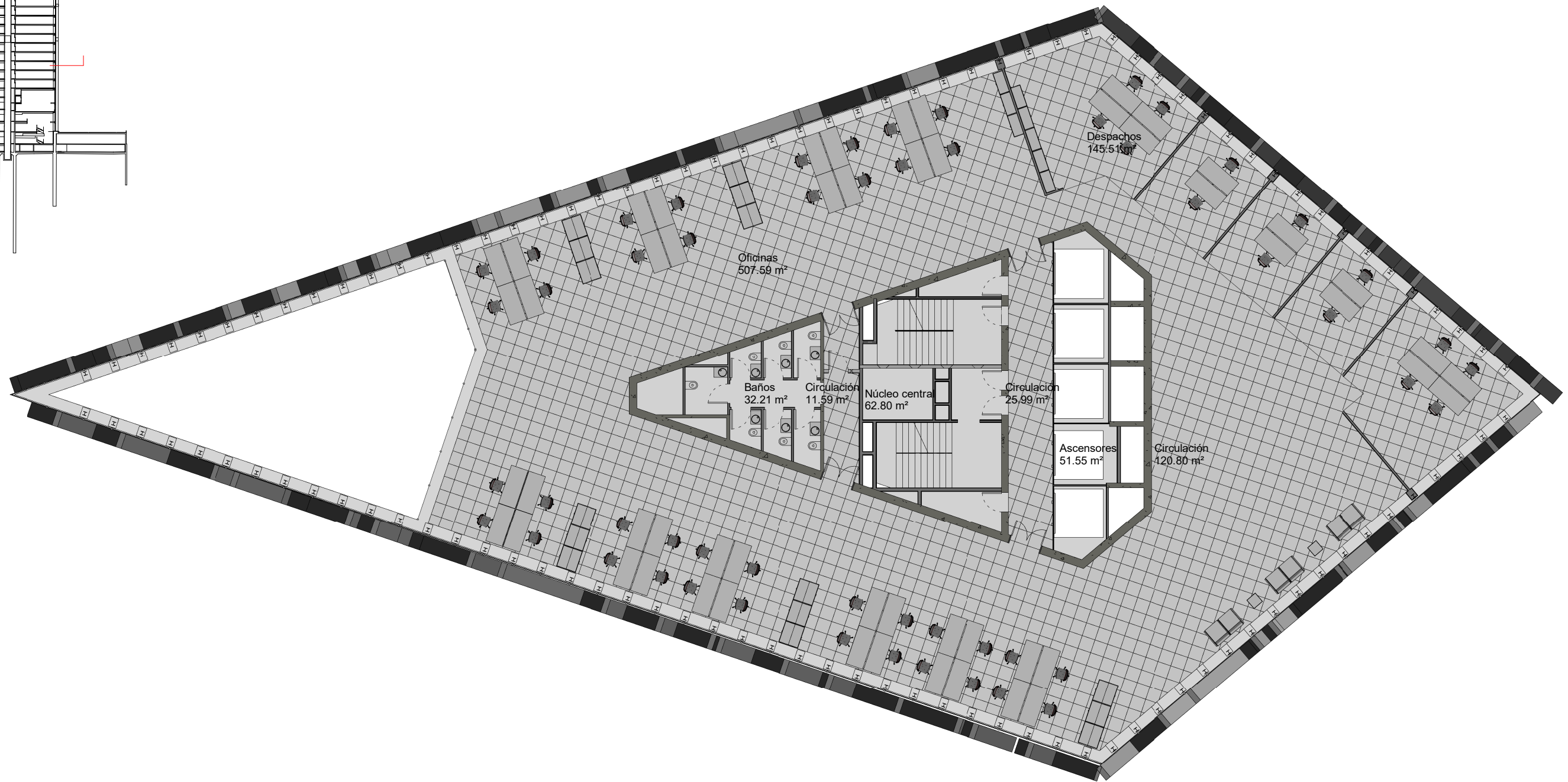
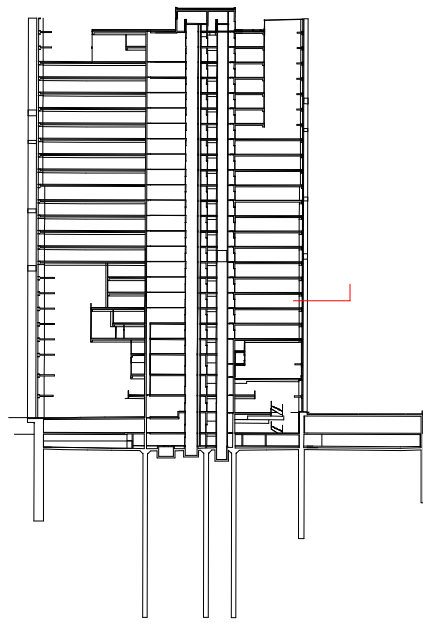
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 6

Planta 6	
Circulación	121 m²
Oficinas	508 m²
Despachos	146 m²
Baños	32 m²
Circulación	12 m²
Núcleo central	63 m²
Circulación	26 m²
Ascensores	51 m²
Total general	958 m²

Área construida planta 6

Planta 6	
Área construida	1005 m²



Programa

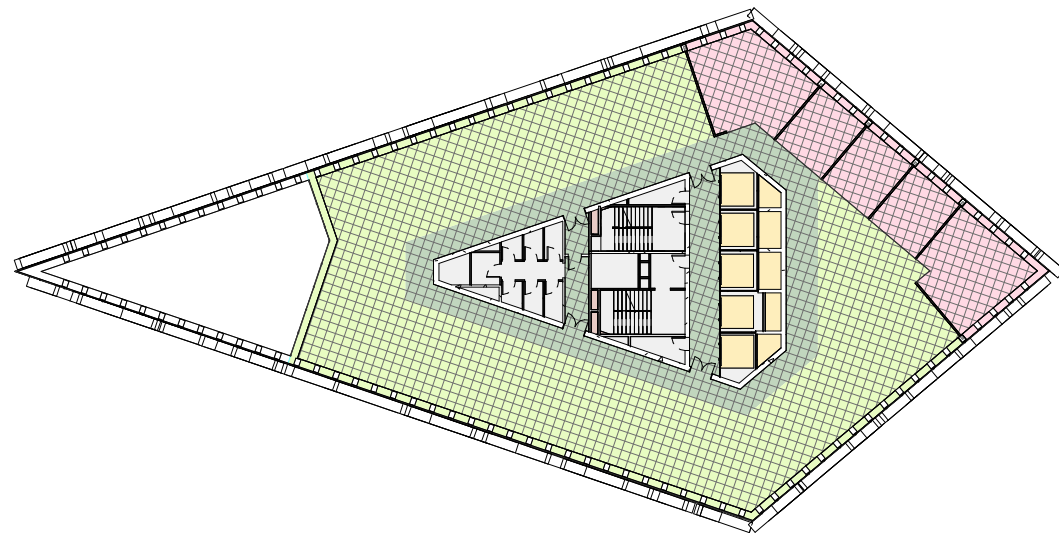
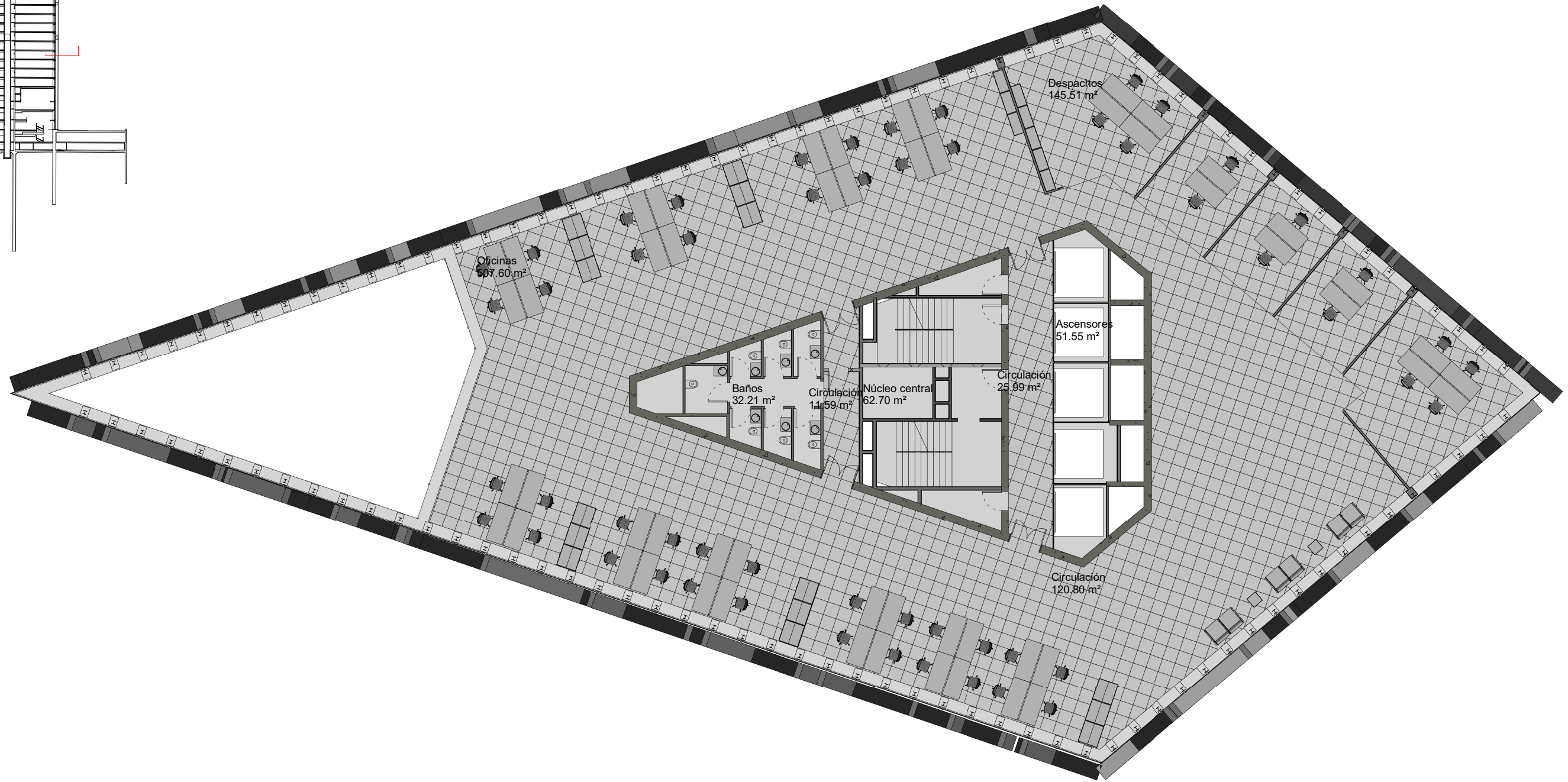
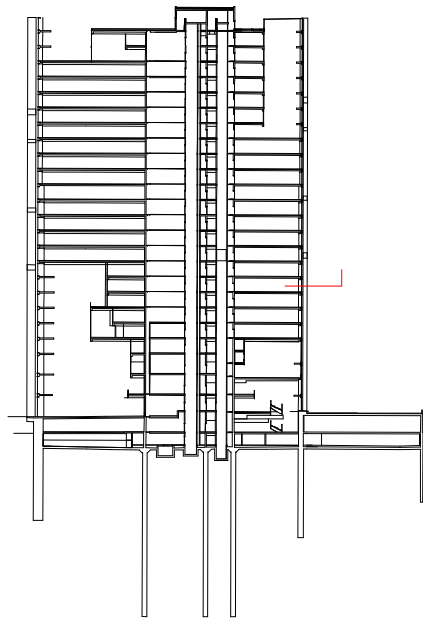
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 7

Planta 7	
Oficinas	508 m²
Despachos	146 m²
Circulación	121 m²
Baños	32 m²
Circulación	12 m²
Circulación	26 m²
Núcleo central	63 m²
Ascensores	52 m²
Total general	958 m²

Área construida planta 7

Planta 7	
Área construida	1005 m²



Programa

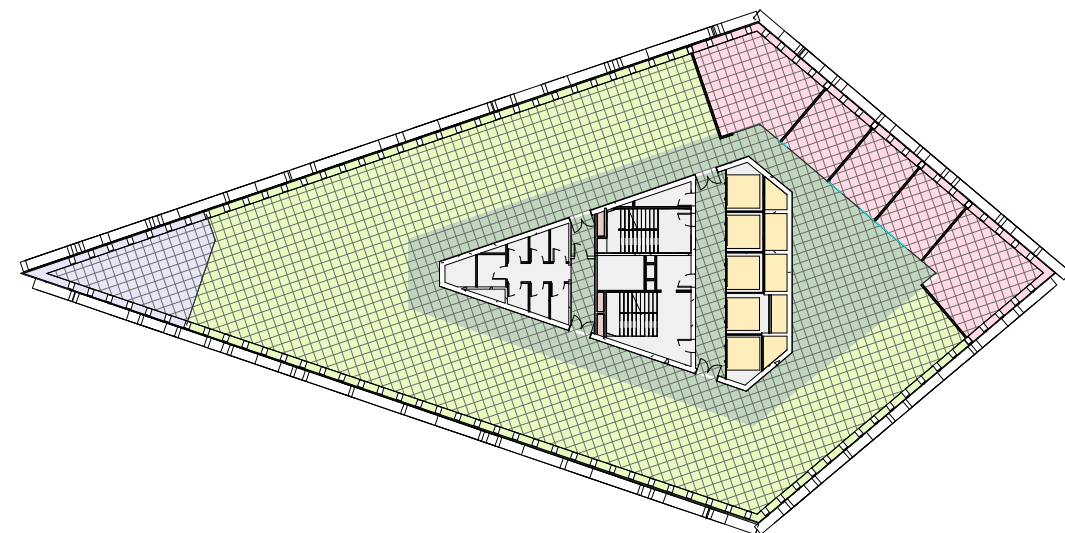
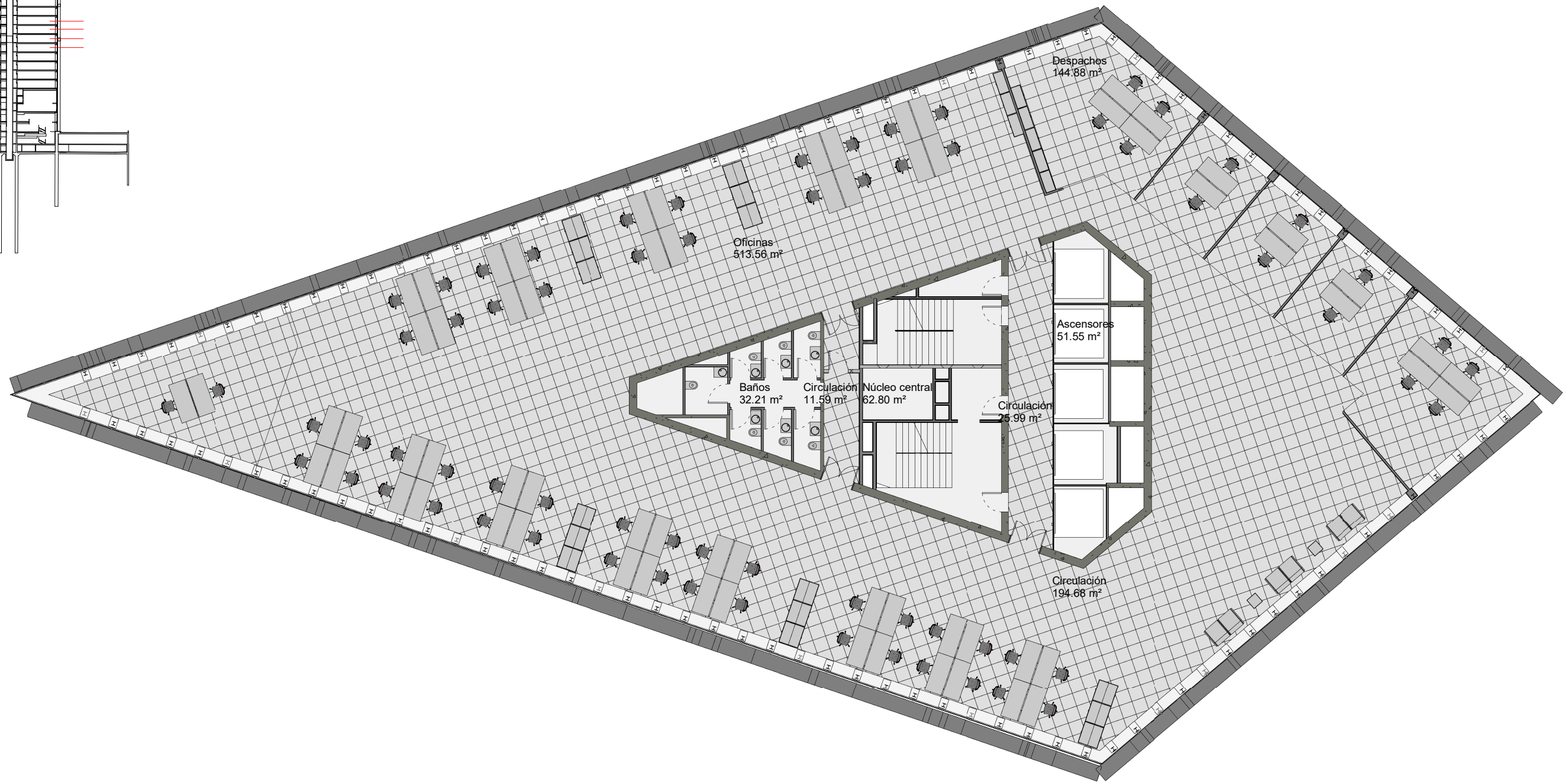
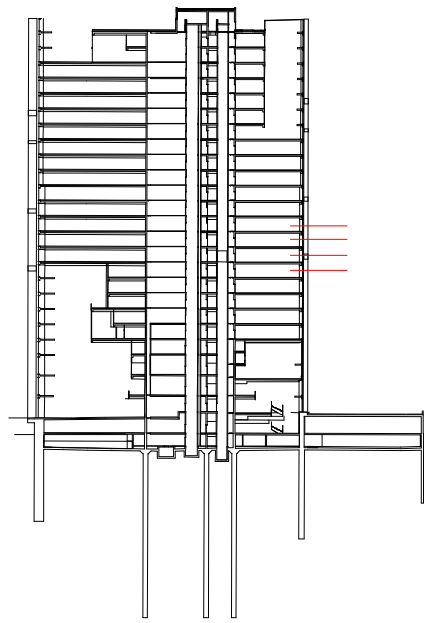
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 8

Planta 8	
Baños	32 m²
Circulación	12 m²
Núcleo central	63 m²
Circulación	26 m²
Circulación	121 m²
Oficinas	508 m²
Despachos	146 m²
Ascensores	52 m²
Total general	958 m²

Área construida planta 13

Planta 13	
Área	1136 m²



Programa

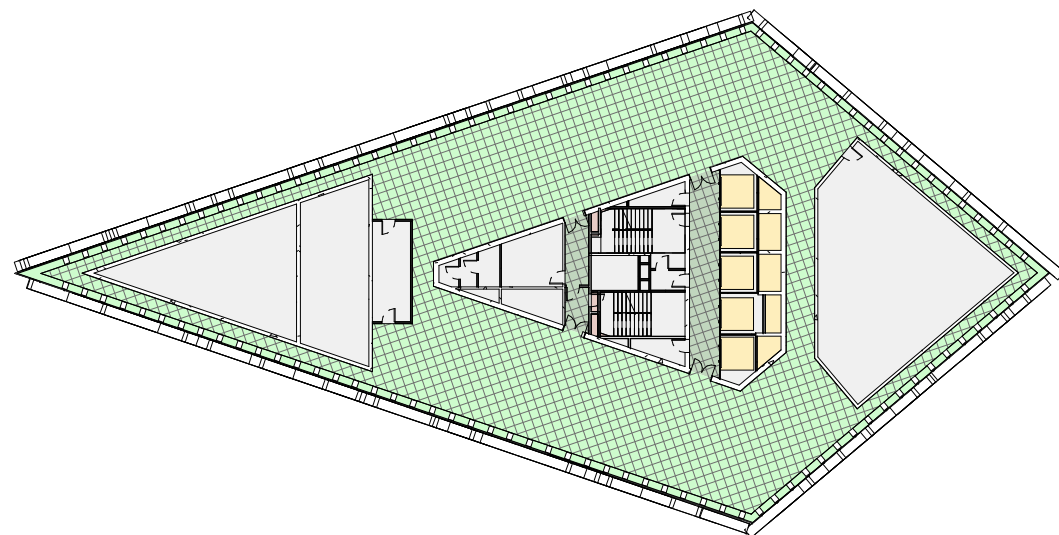
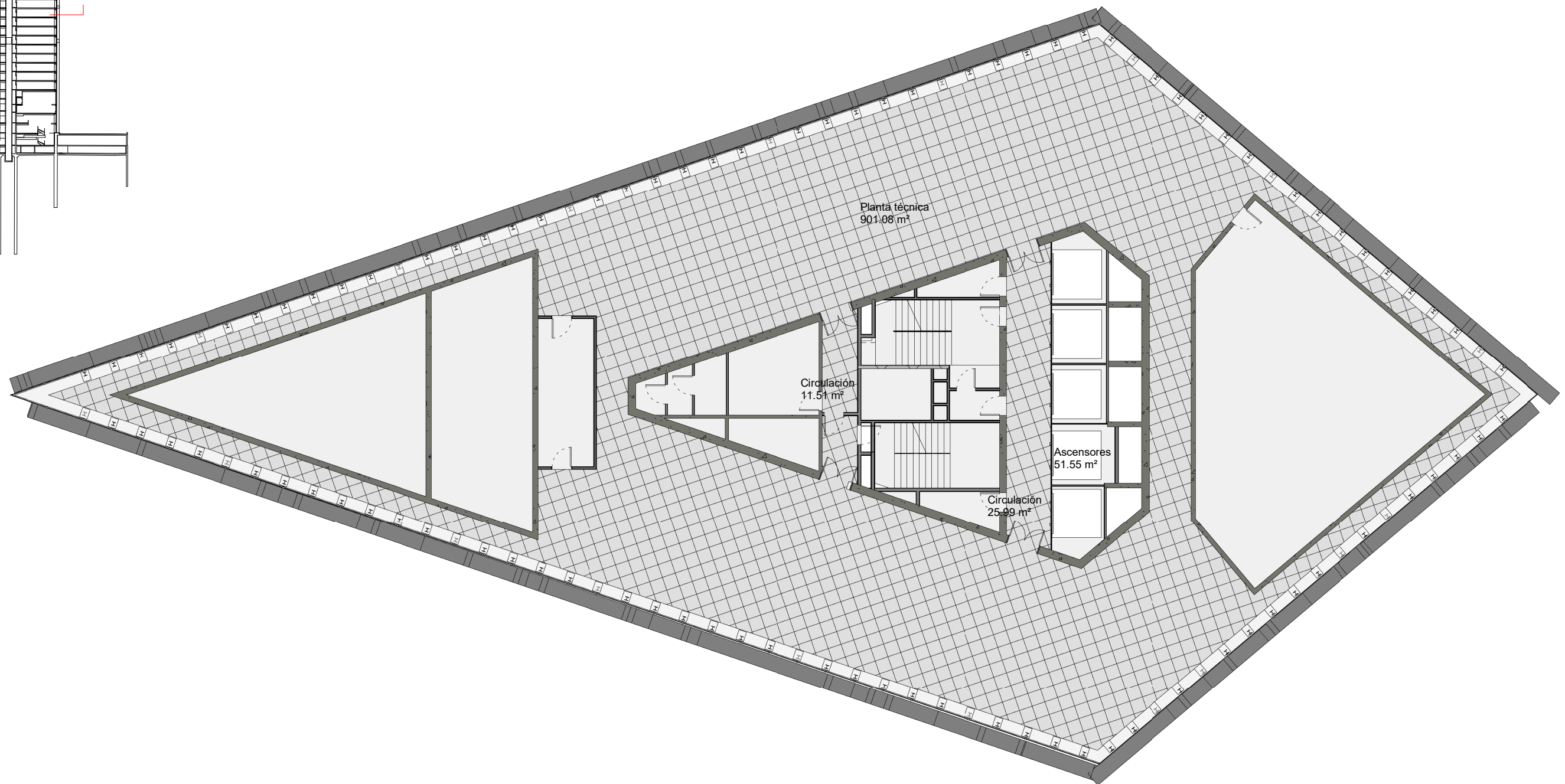
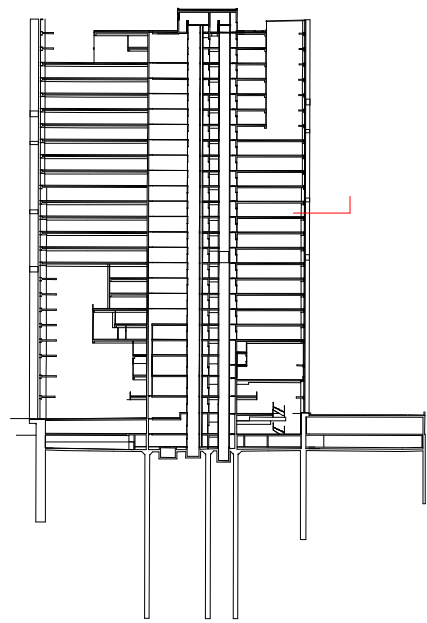
- | | |
|----------------|--------------------------------|
| Ascensores | Planta técnica |
| Cafetería | Sala de reuniones |
| Baños | Sala mirador |
| Circulación | Gerencia |
| Núcleo central | Cubierta mantenimiento |
| Habitación | Sala de máquinas |
| Oficinas | Acceso parking |
| Sala de actos | Zona pública - tienda Movistar |
| Despachos | |

Superficies útiles de planta 9 a 12

Planta 9	
Baños	32 m ²
Circulación	12 m ²
Circulación	26 m ²
Circulación	195 m ²
Oficinas	514 m ²
Sala de reuniones	46 m ²
Despachos	145 m ²
Núcleo central	63 m ²
Ascensores	52 m ²
Total general	1084 m ²

Área construida de planta 9 a 12

Planta 9	
Área construida	1136 m ²



Programa

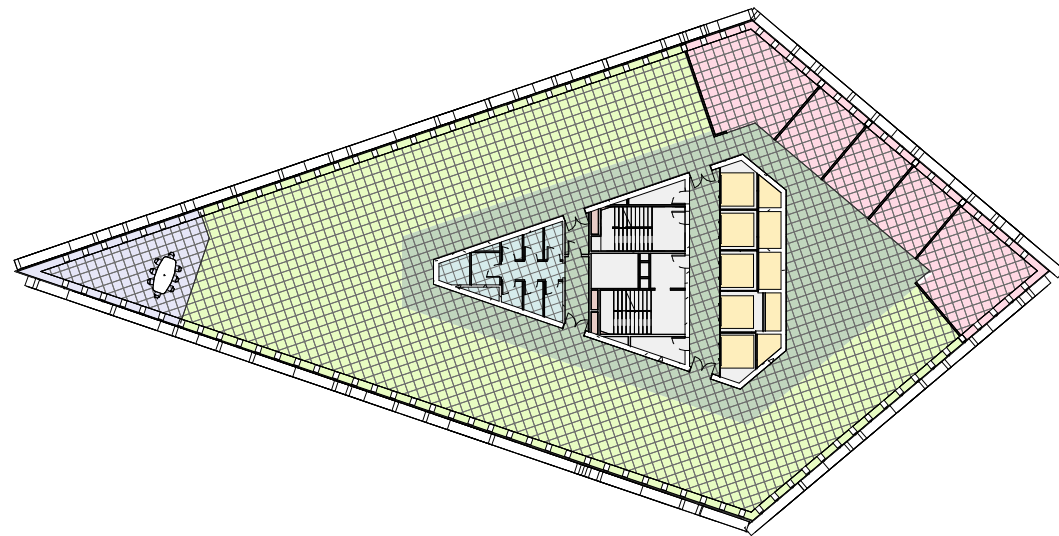
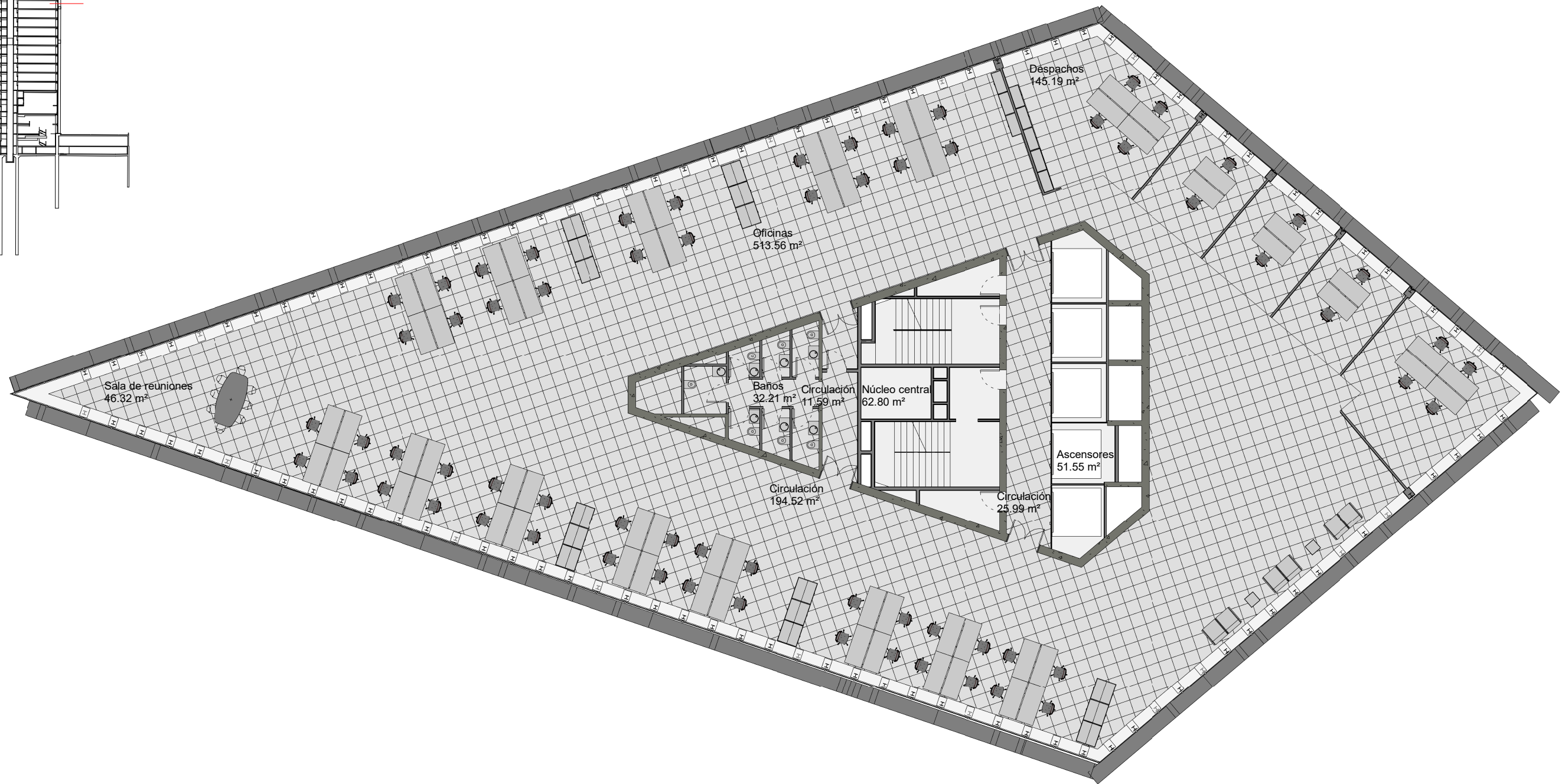
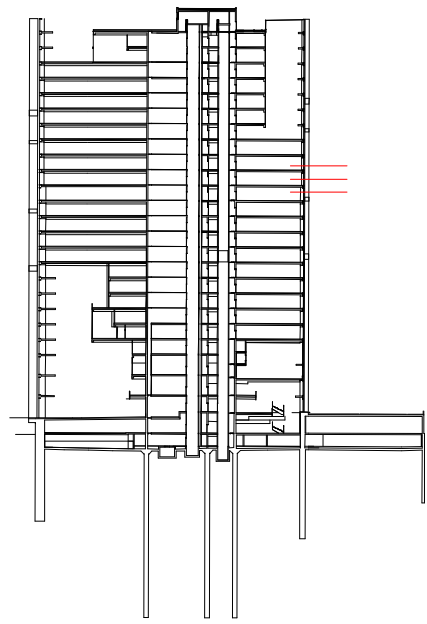
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 13

Planta 13	
Núcleo central	62 m²
Circulación	26 m²
Circulación	12 m²
Planta técnica	32 m²
Ascensores	52 m²
Planta técnica	901 m²
Total general	1085 m²

Área construida planta 13

Planta 13	
Área	1136 m²



Programa

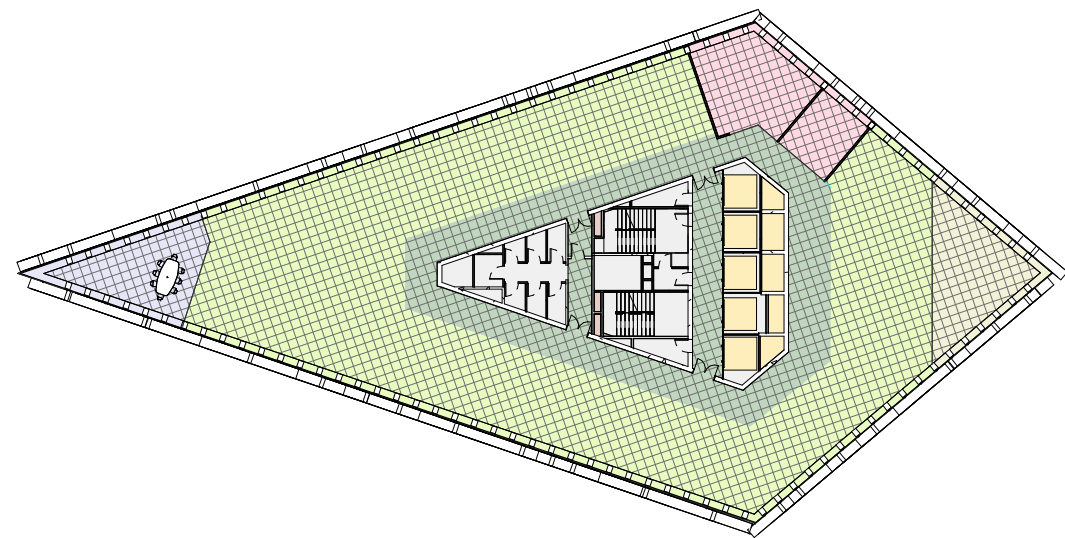
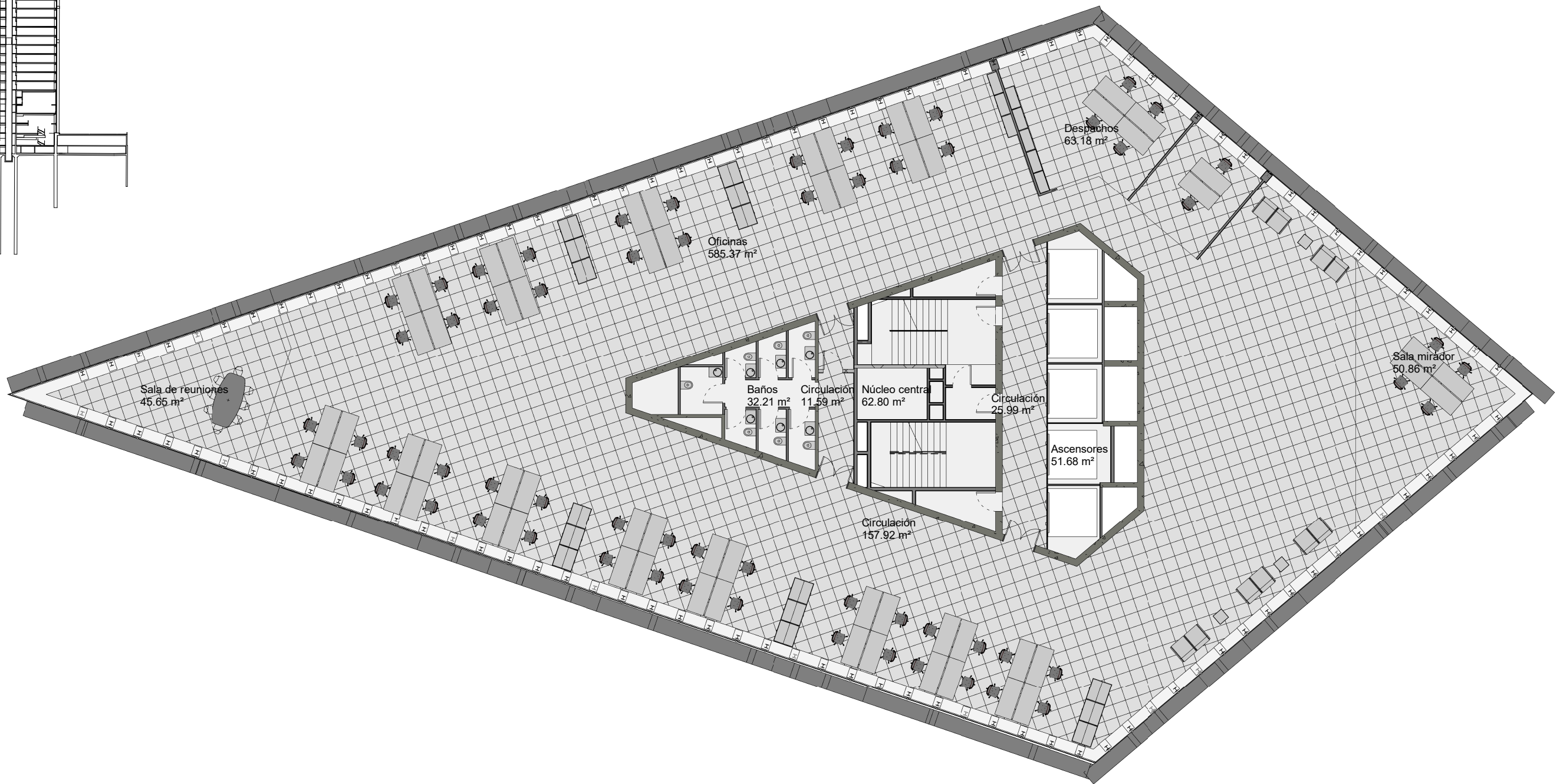
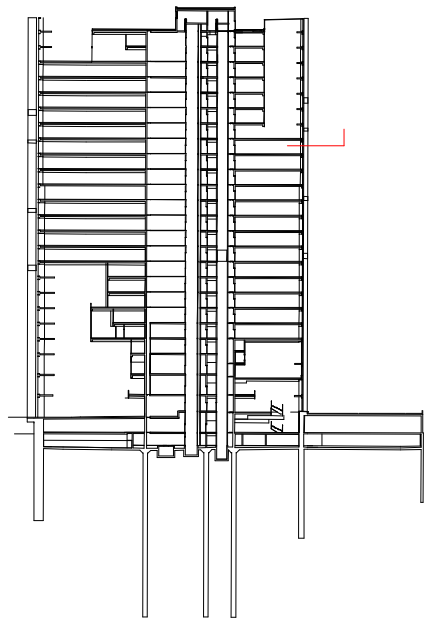
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles de planta 14 a 16

Planta 14	
Oficinas	514 m ²
Despachos	145 m ²
Sala de reuniones	46 m ²
Núcleo central	63 m ²
Ascensores	52 m ²
Circulación	26 m ²
Baños	32 m ²
Circulación	12 m ²
Circulación	195 m ²
Total general	1084 m ²

Área construida de planta 14 a 16

Planta 14	
Área construida	1136 m ²



Programa

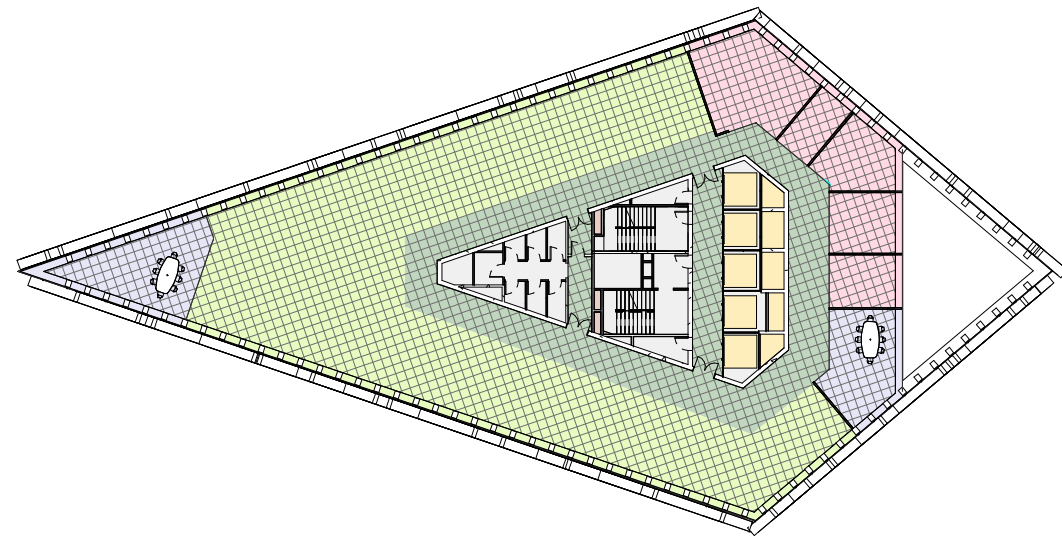
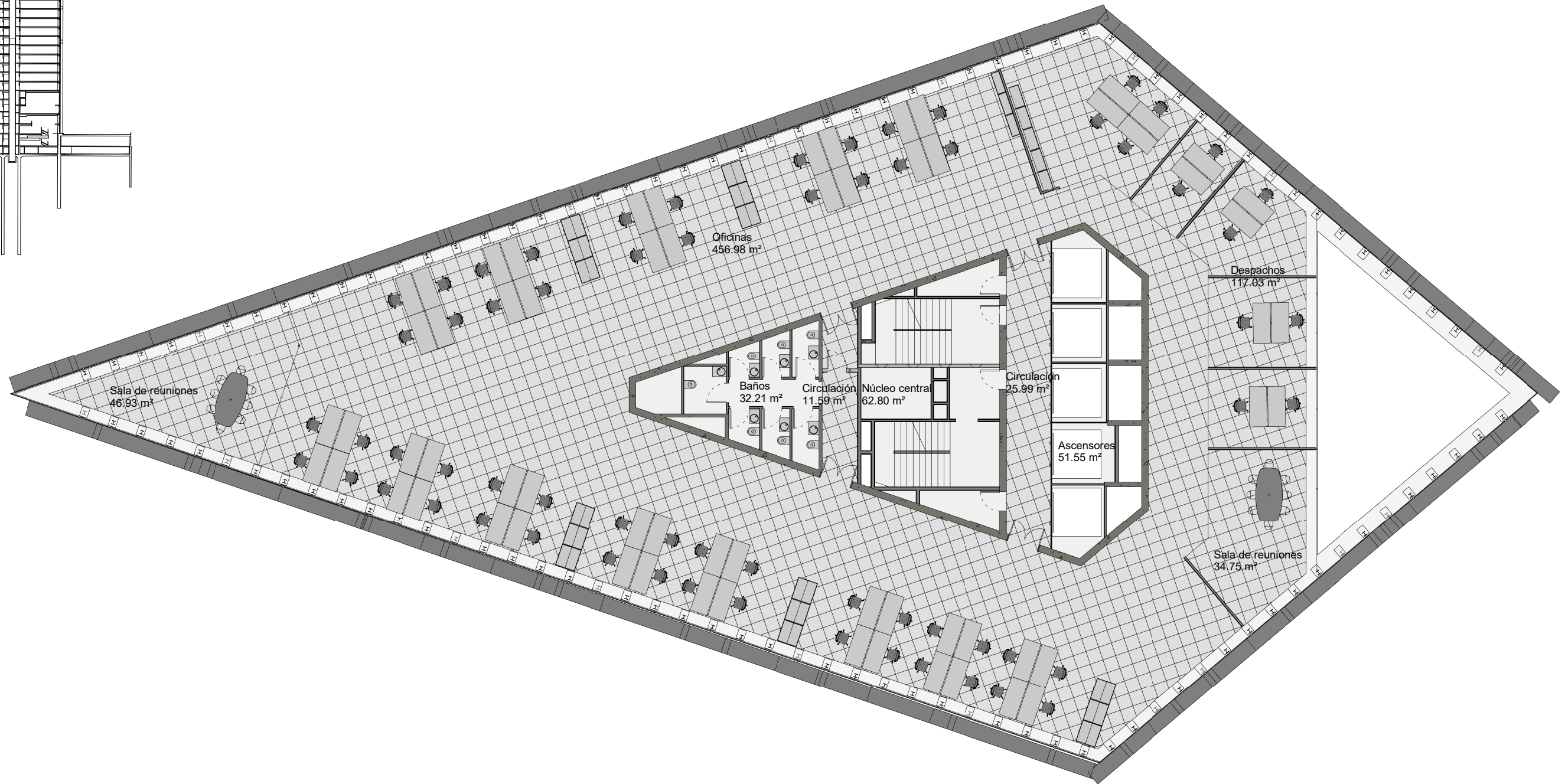
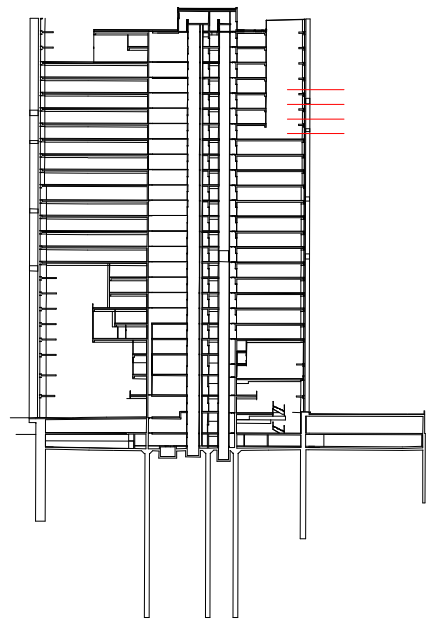
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 17

Planta 17	
Circulación	26 m²
Circulación	158 m²
Sala de reuniones	46 m²
Oficinas	585 m²
Despachos	63 m²
Baños	32 m²
Circulación	12 m²
Núcleo central	63 m²
Ascensores	52 m²
Sala mirador	51 m²
Total general	1087 m²

Área construida planta 17

Planta 17	
Área construida	1136 m²



Programa

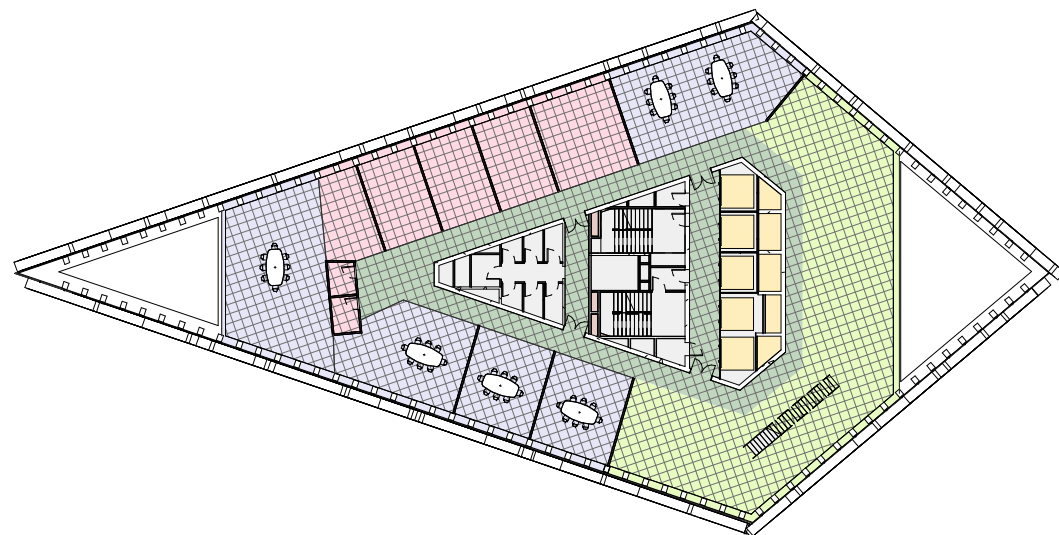
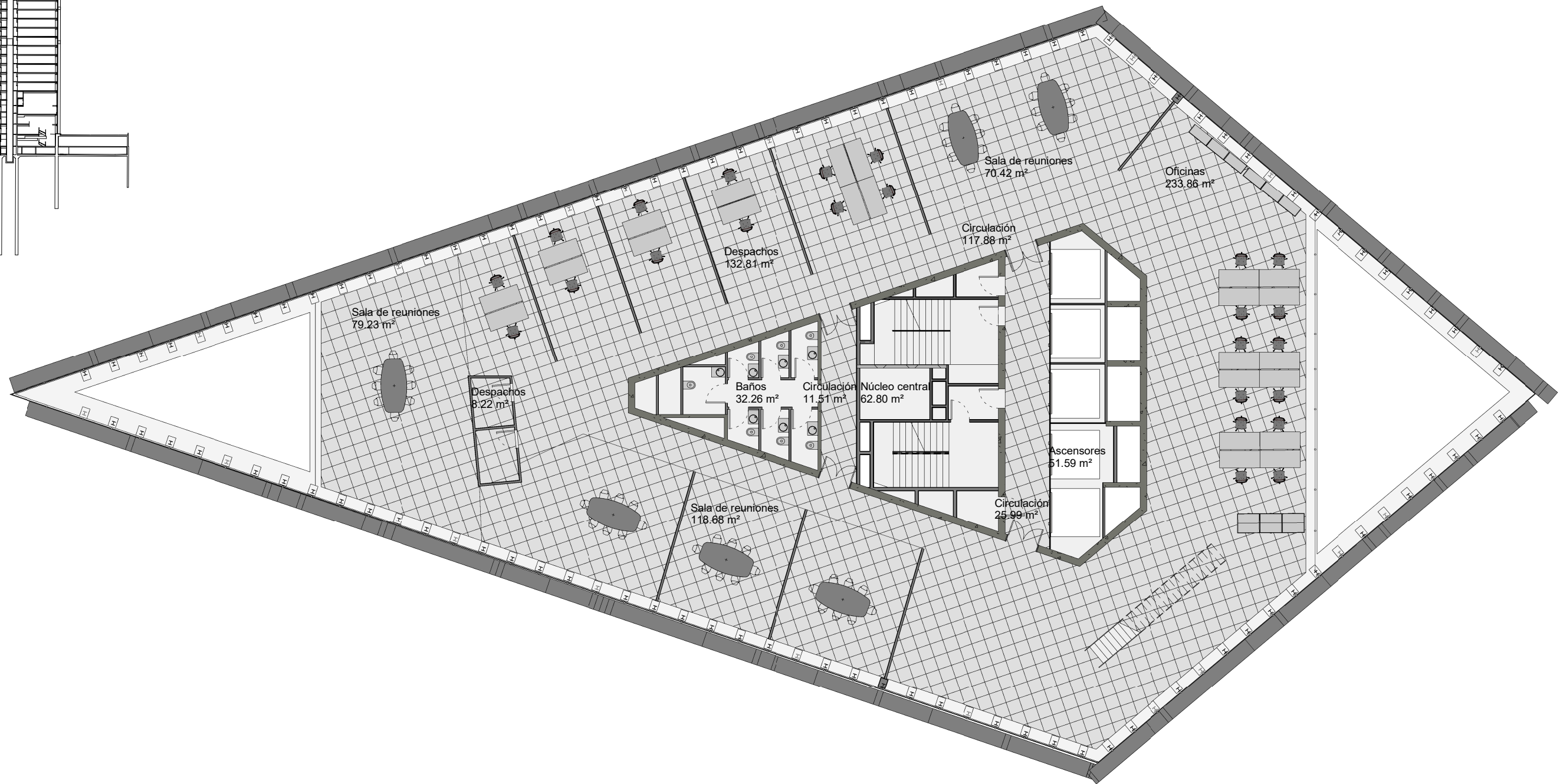
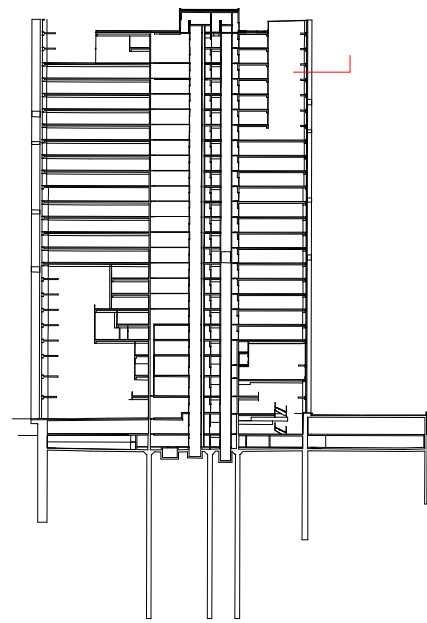
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles de planta 18 a 21

Planta 18	
Oficinas	457 m ²
Sala de reuniones	47 m ²
Circulación	167 m ²
Circulación	26 m ²
Baños	32 m ²
Circulación	12 m ²
Núcleo central	63 m ²
Ascensores	52 m ²
Sala de reuniones	35 m ²
Despachos	117 m ²
Total general	1007 m ²

Área construida de planta 18 a 21

Planta 18	
Área construida	1136 m ²



Programa

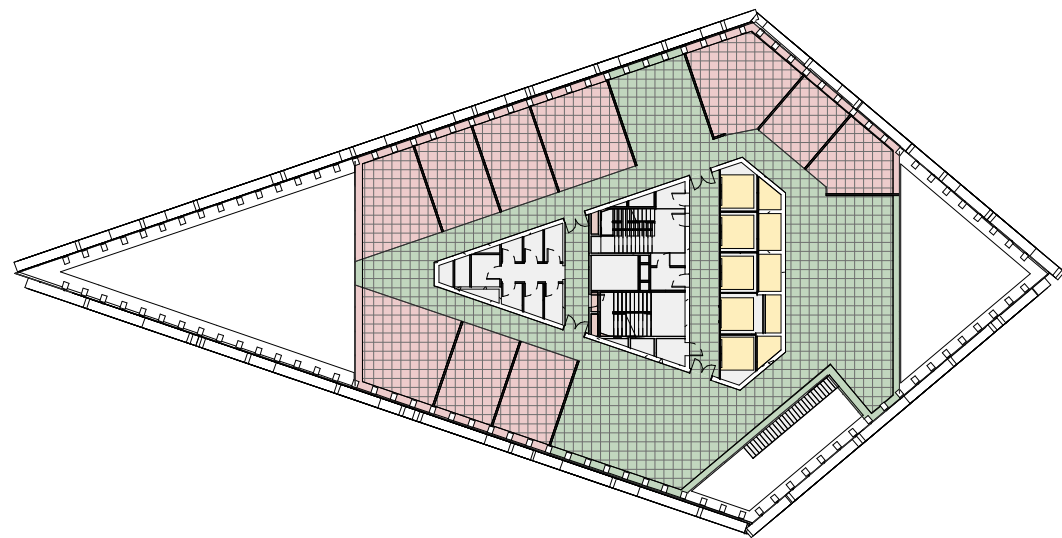
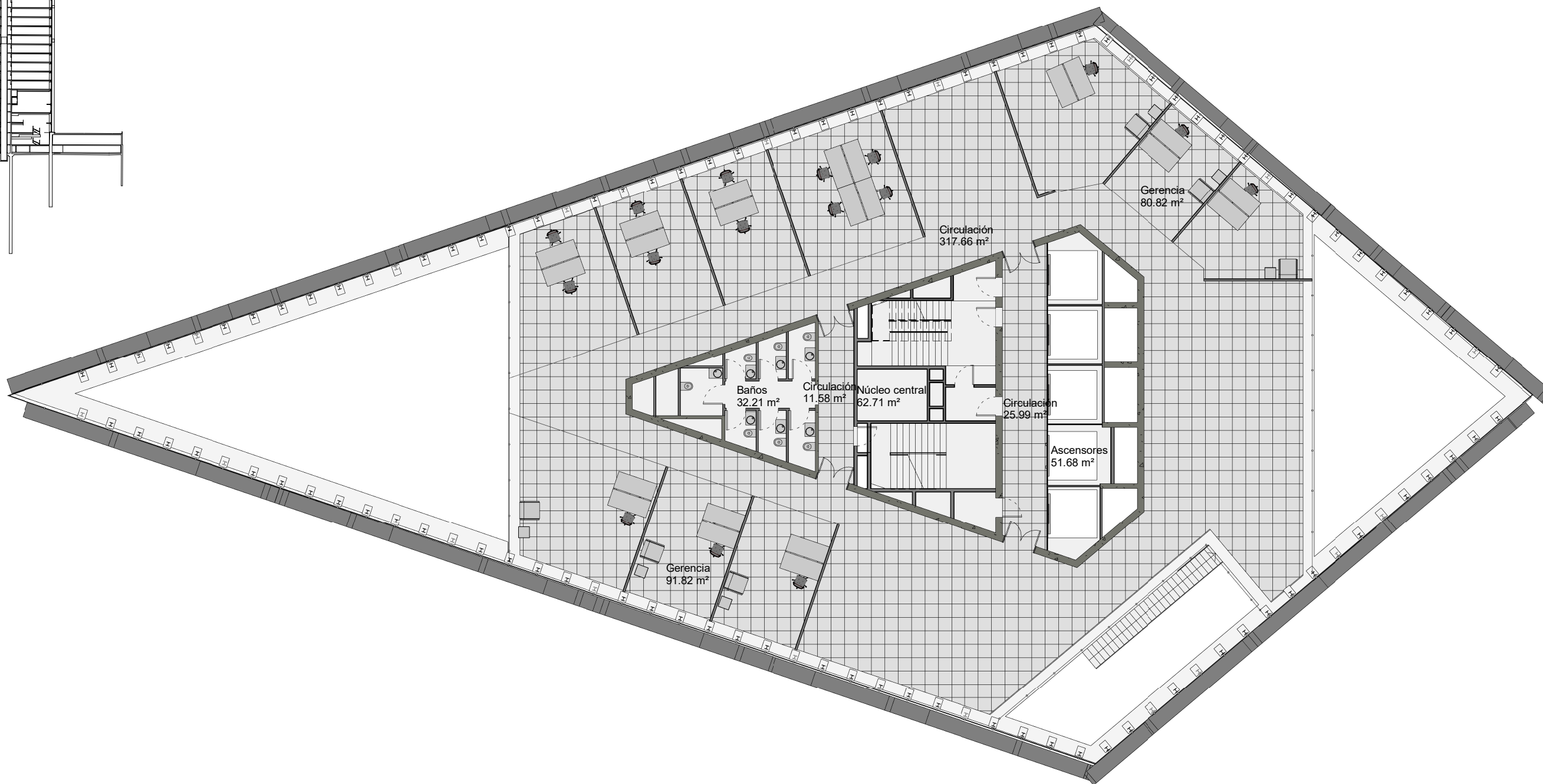
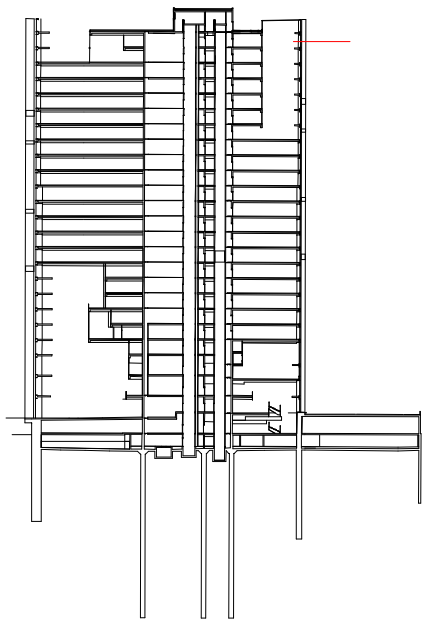
Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

Superficies útiles Planta 22

Planta 22	
Sala de reuniones	70 m²
Sala de reuniones	79 m²
Sala de reuniones	119 m²
Despachos	133 m²
Oficinas	234 m²
Despachos	8 m²
Circulación	118 m²
Baños	32 m²
Circulación	12 m²
Circulación	26 m²
Ascensores	52 m²
Núcleo central	63 m²
Total general	945 m²

Área construida planta 22

Planta 22	
Área construida	989 m²



Programa

Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

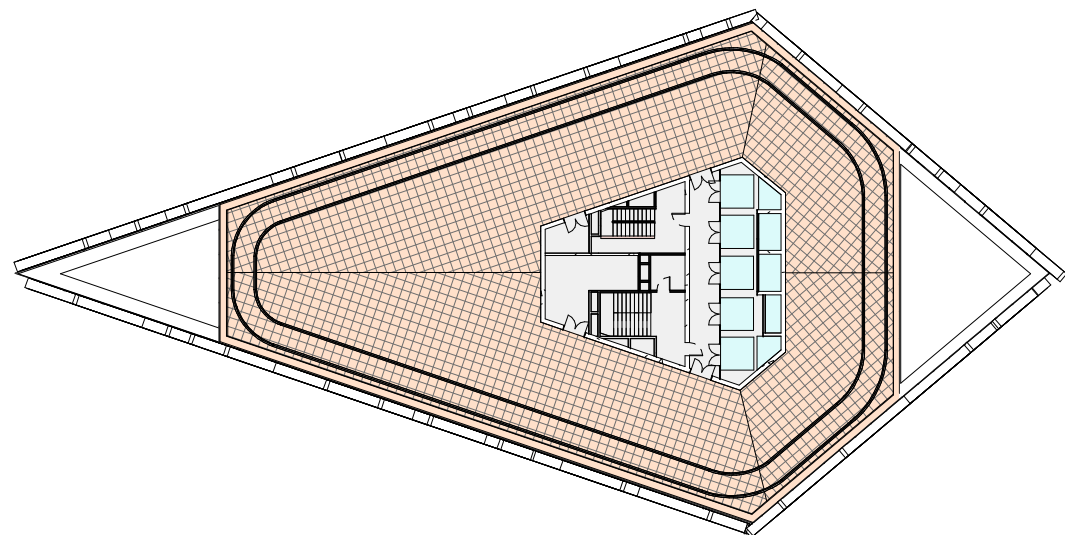
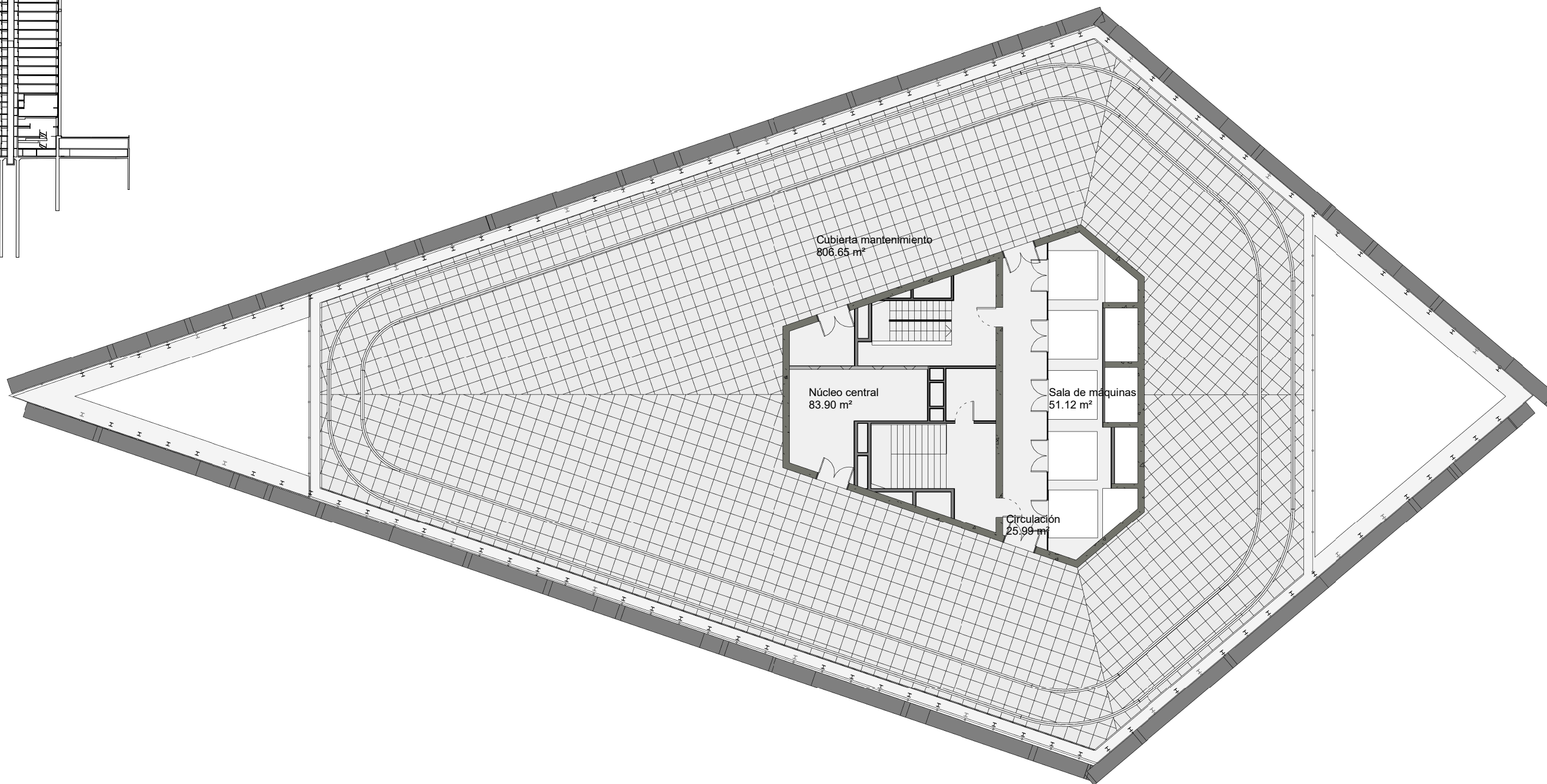
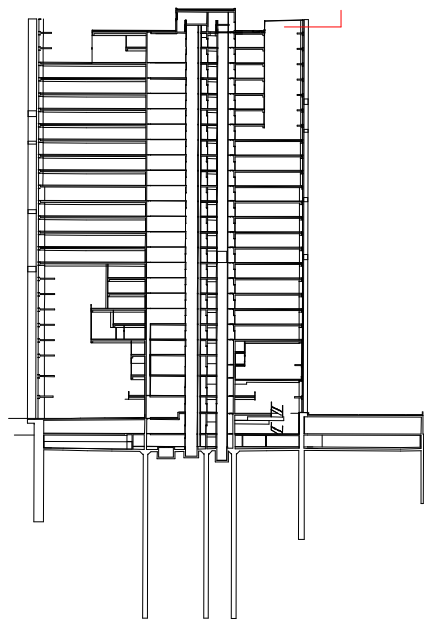
Superficies útiles Planta 23

Planta 23	
Baños	32 m ²
Circulación	12 m ²
Núcleo central	63 m ²
Circulación	26 m ²
Ascensores	52 m ²
Circulación	318 m ²
Gerencia	118 m ²
Gerencia	81 m ²
Gerencia	92 m ²
Total general	793 m ²

Área construida planta 23

Planta 23	
Área construida	880 m ²





Programa

Ascensores	Planta técnica
Cafetería	Sala de reuniones
Baños	Sala mirador
Circulación	Gerencia
Núcleo central	Cubierta mantenimiento
Habitación	Sala de máquinas
Oficinas	Acceso parking
Sala de actos	Zona pública - tienda Movistar
Despachos	

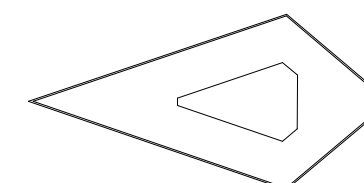
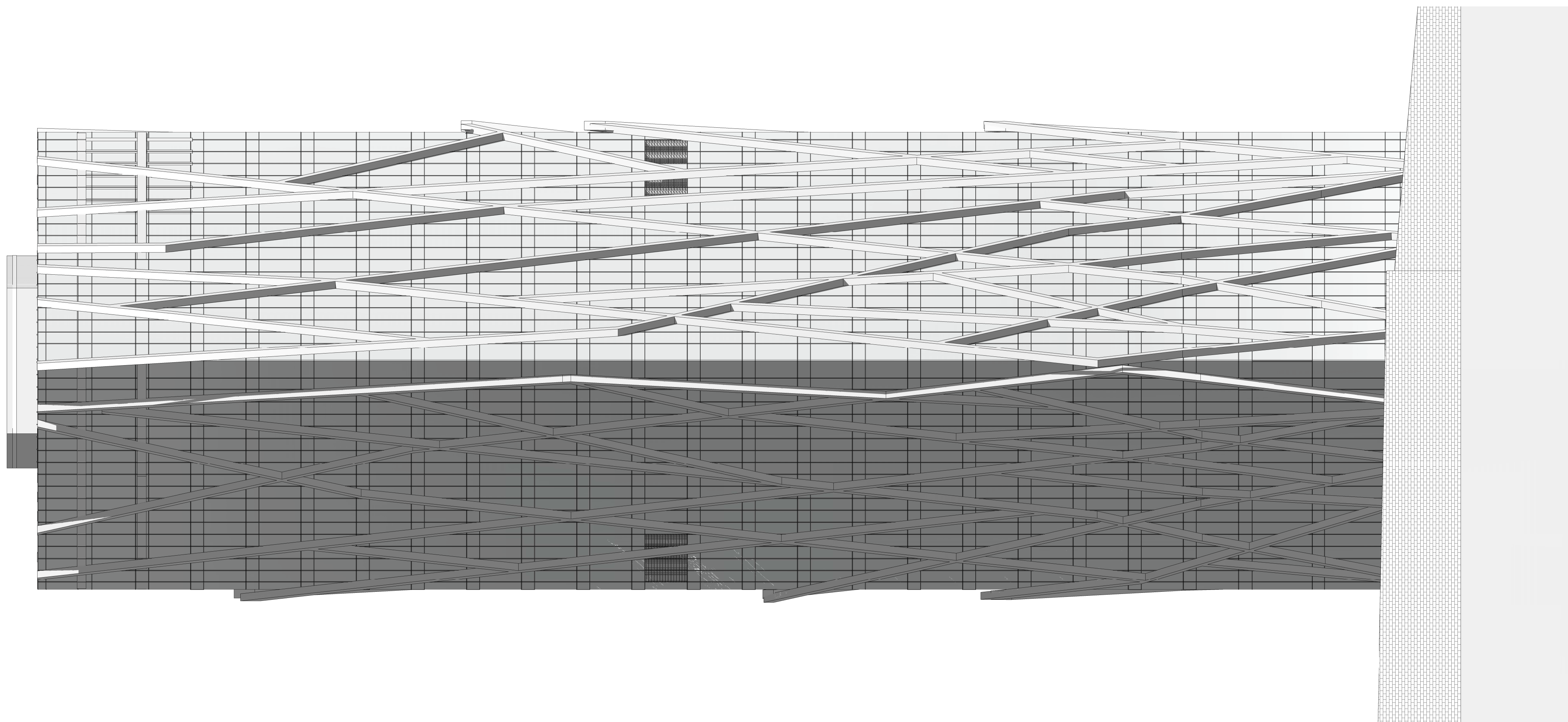
Superficies útiles Planta 24

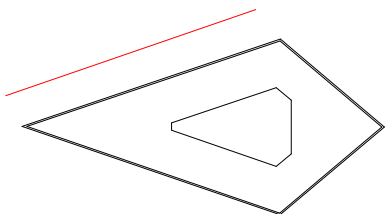
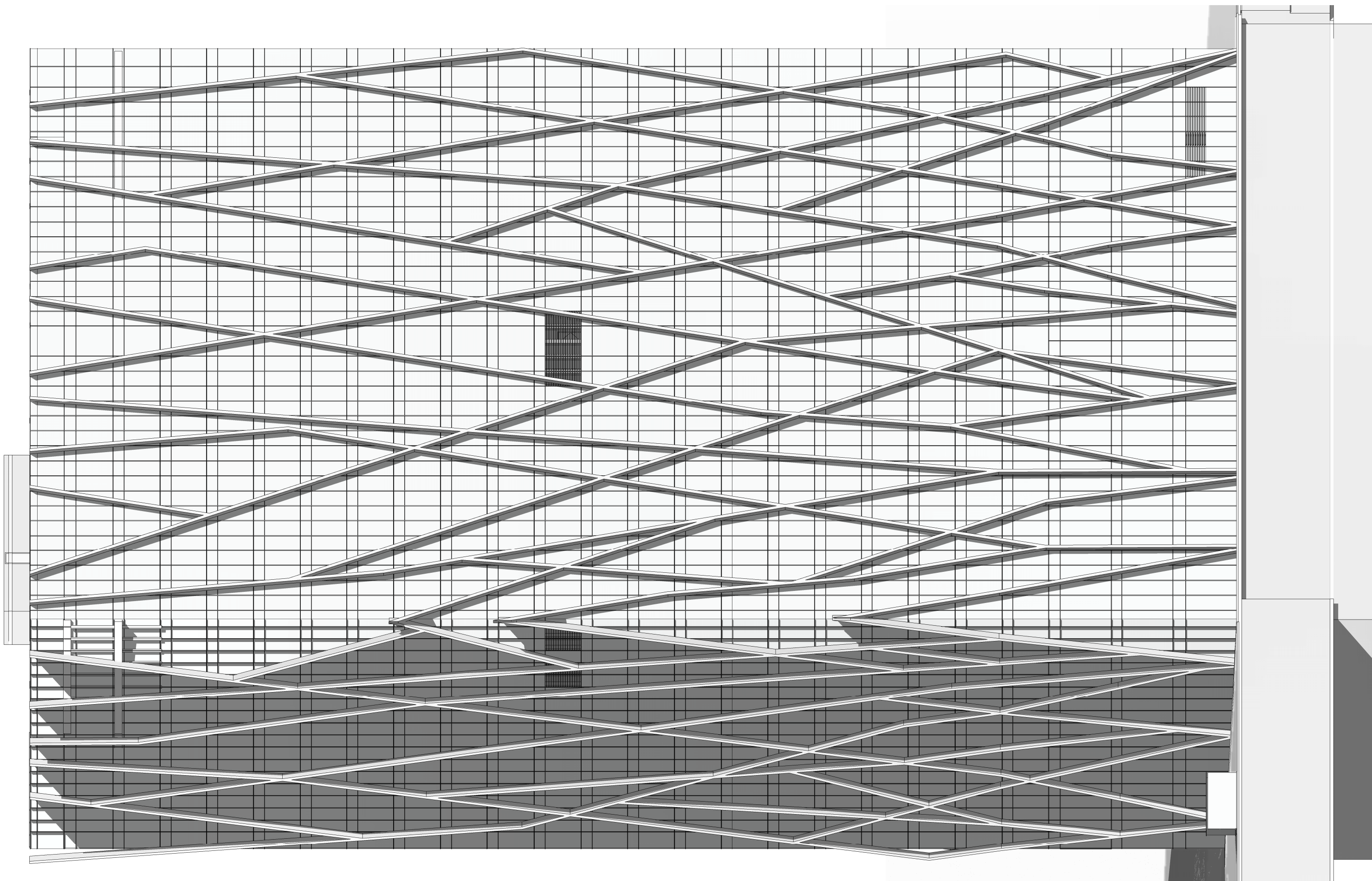
Planta 24	
Cubierta mantenimiento	807 m²
Sala de máquinas	51 m²
Circulación	26 m²
Núcleo central	84 m²
Total general	968 m²

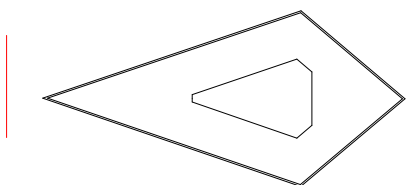
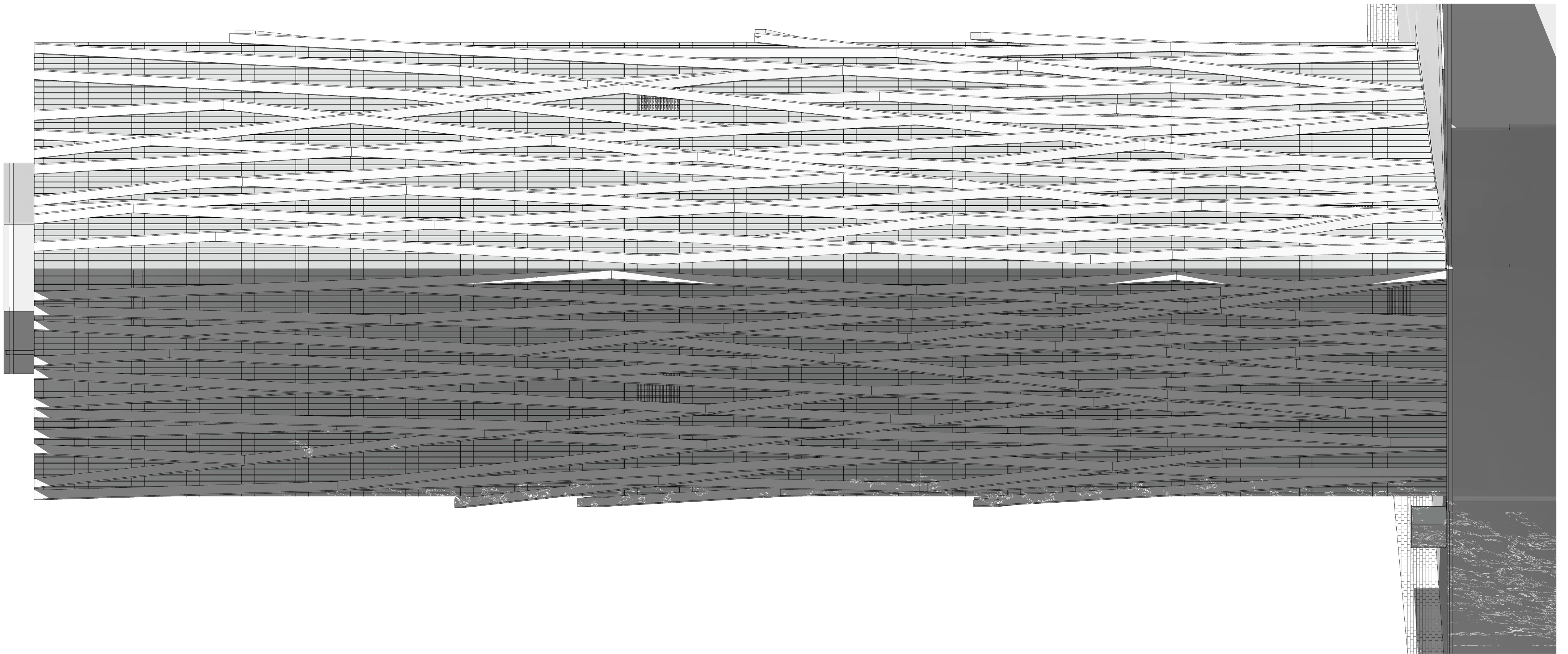
Área construida planta 24

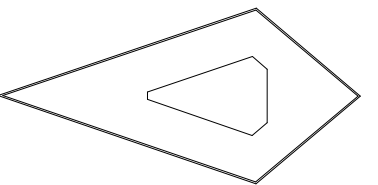
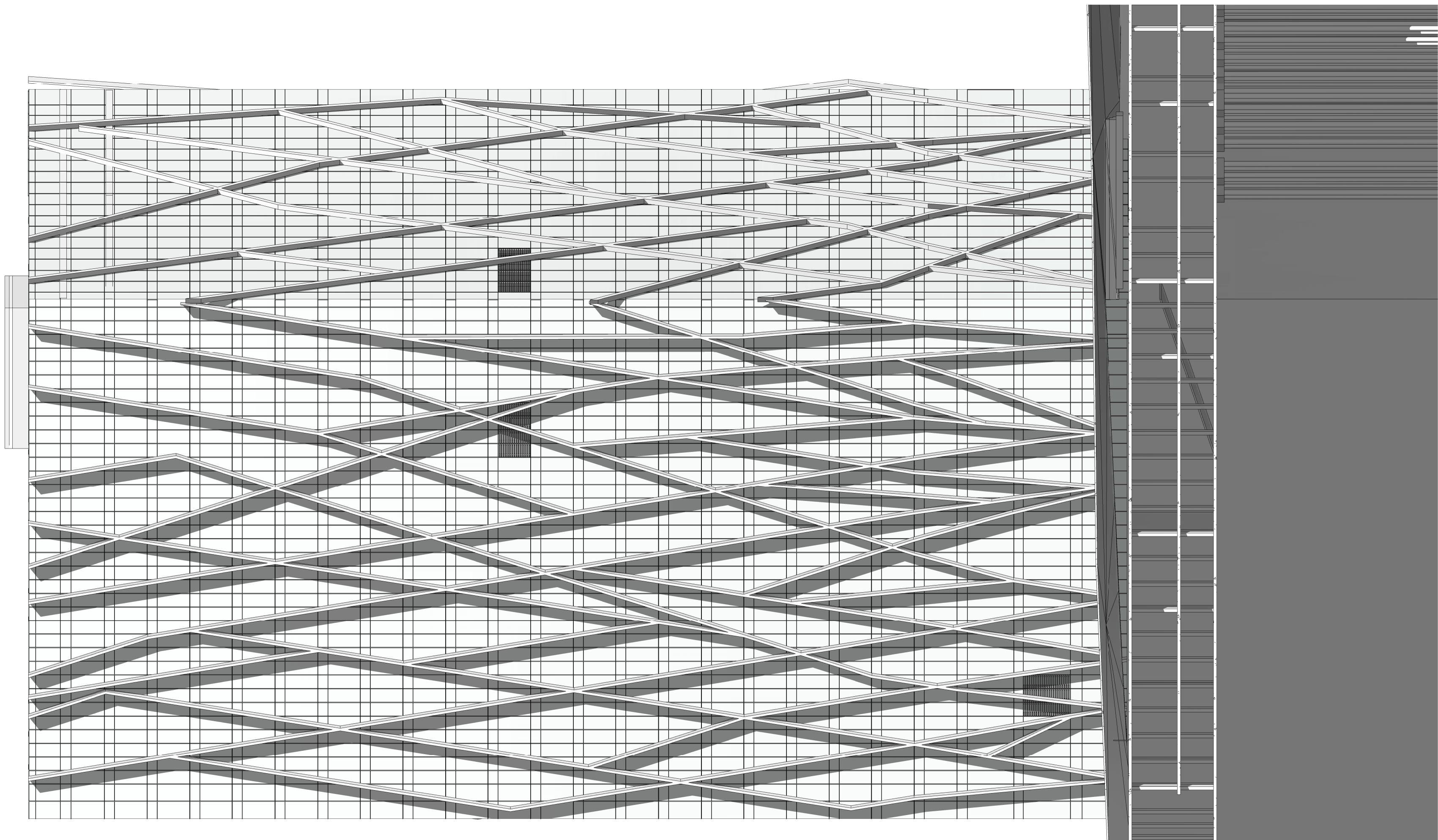
Planta 24	
Área construida	991 m²

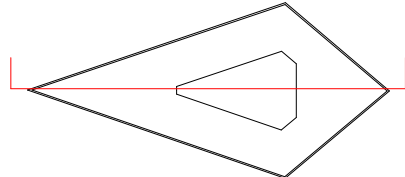
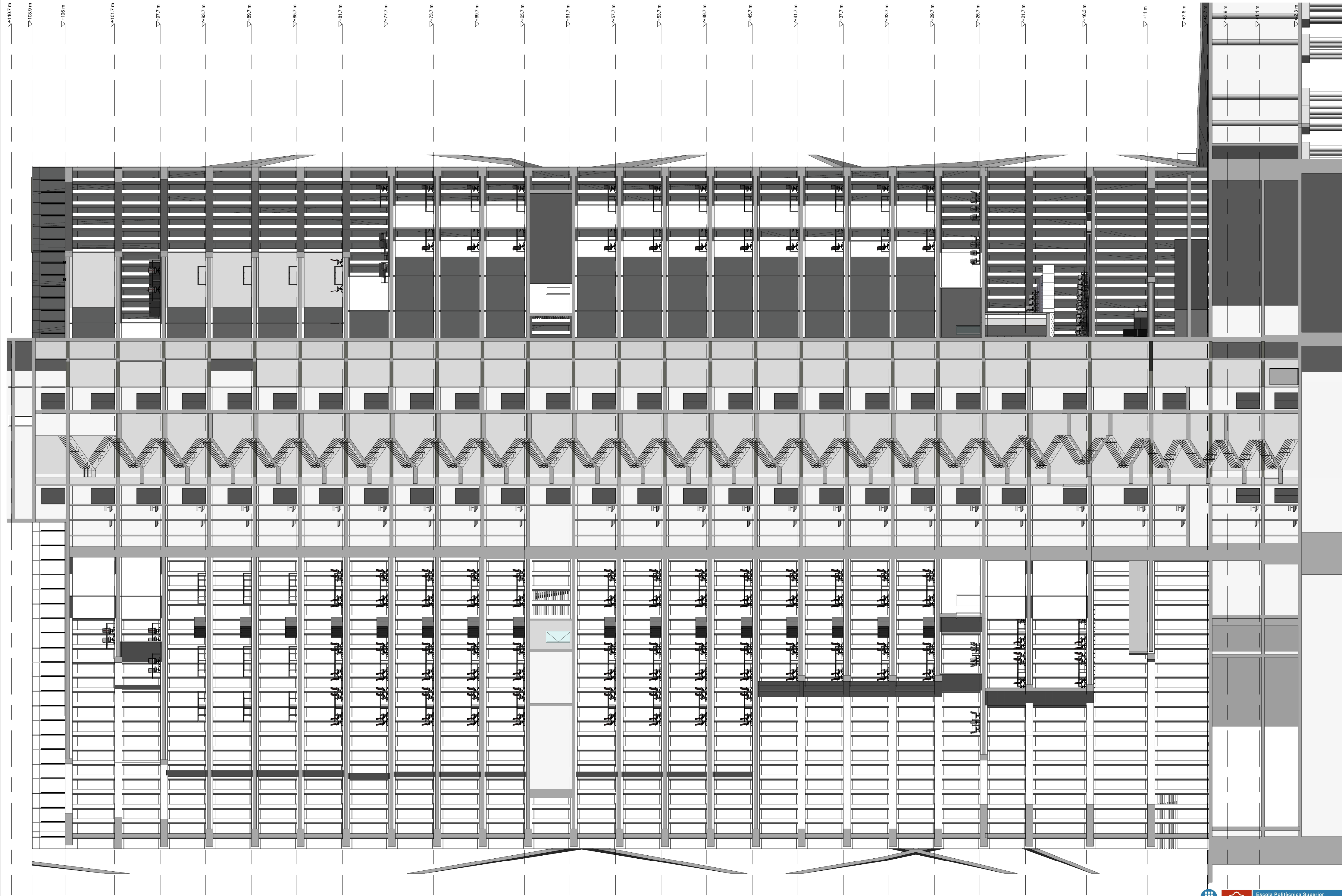


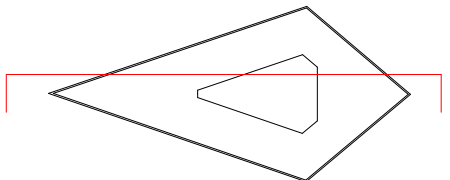
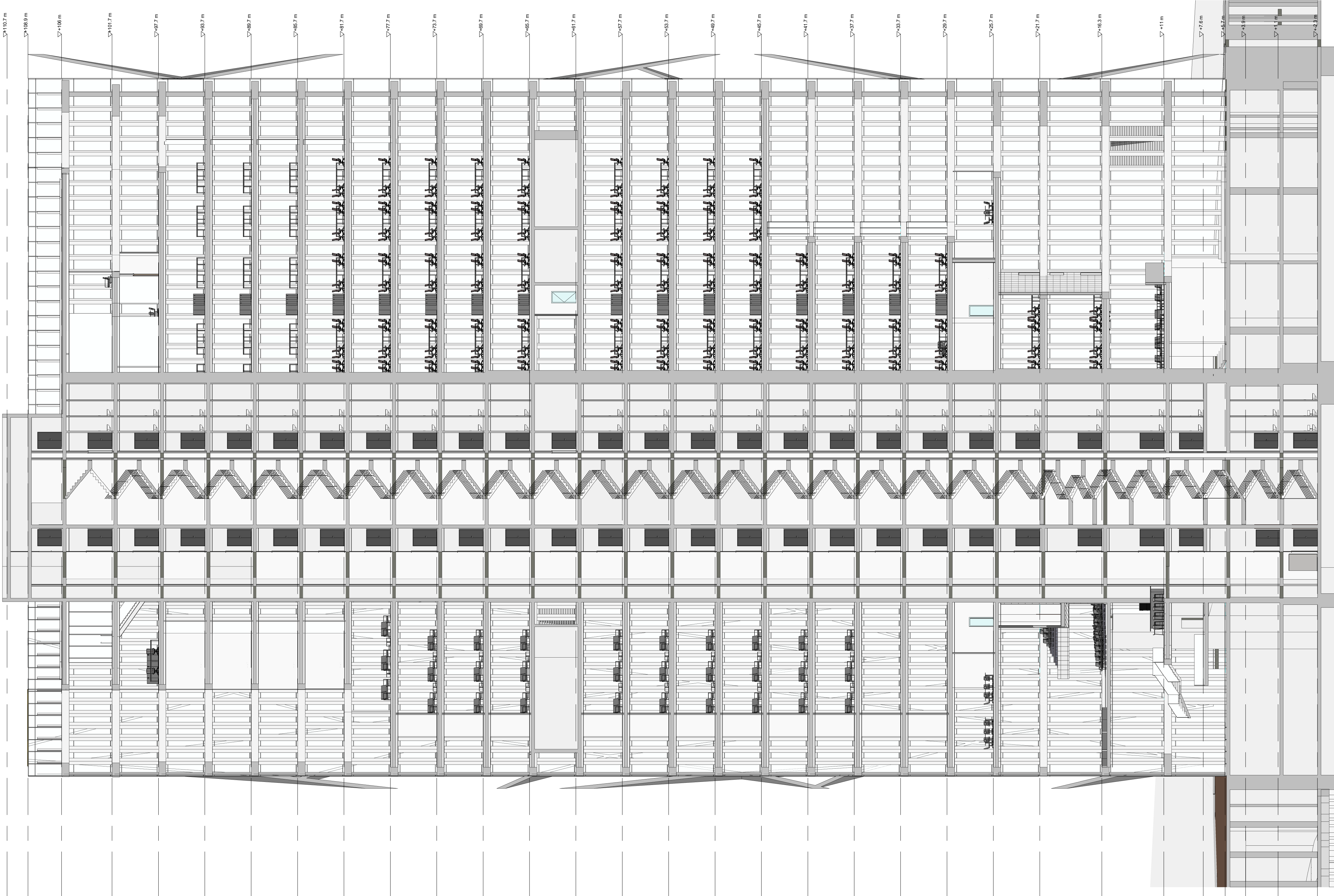


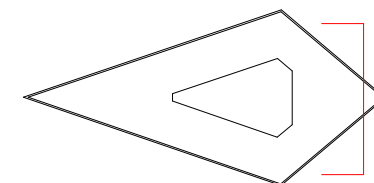
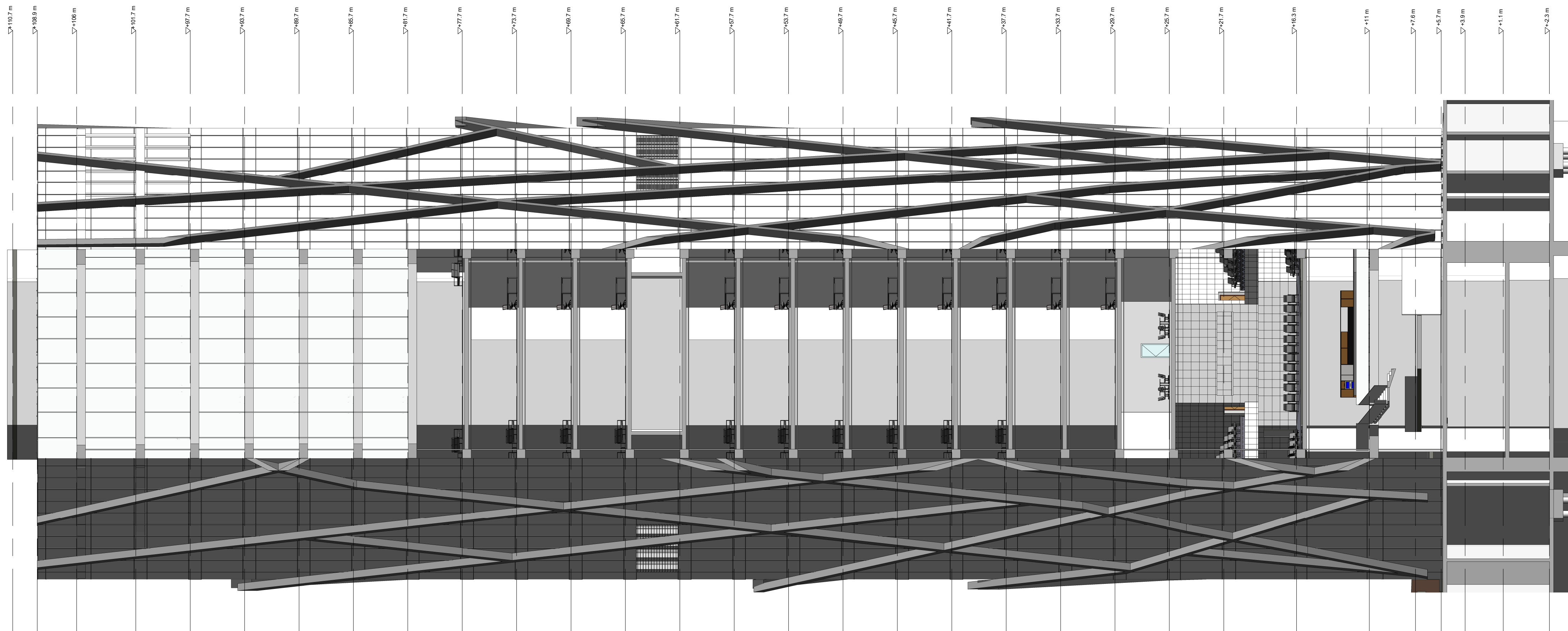


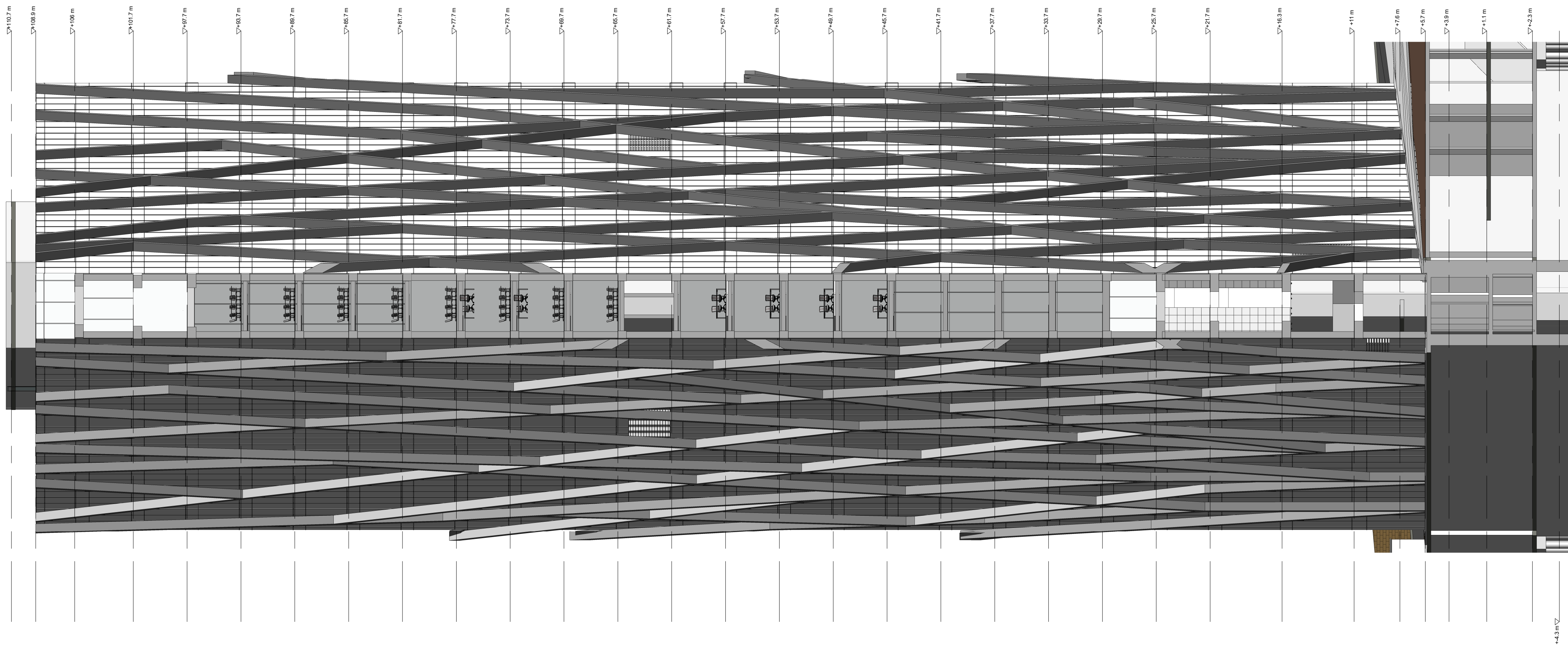




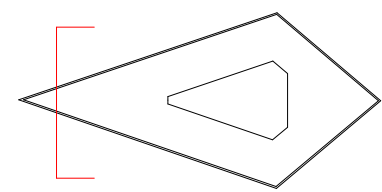


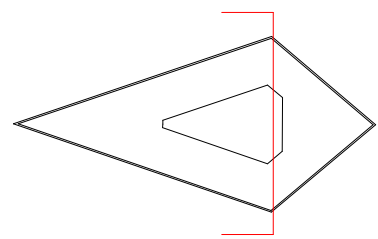
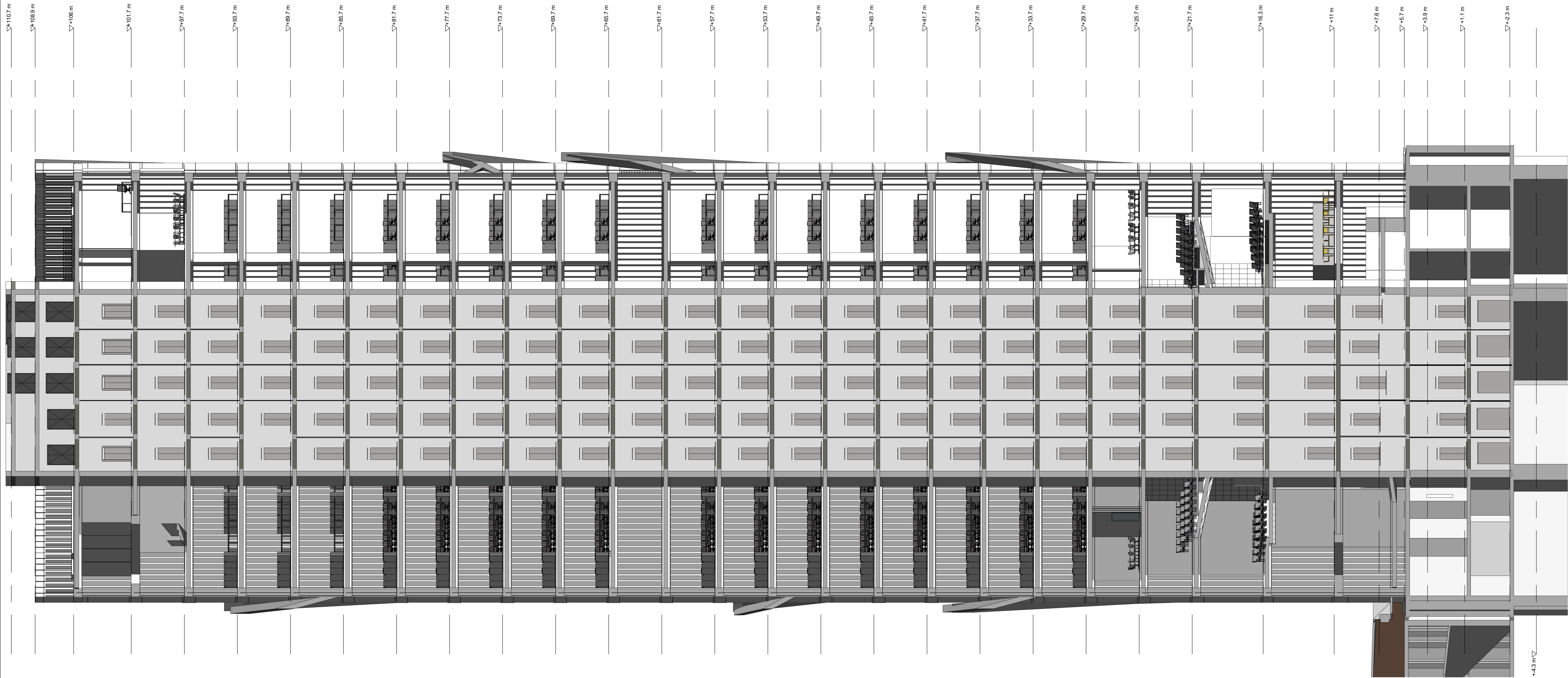


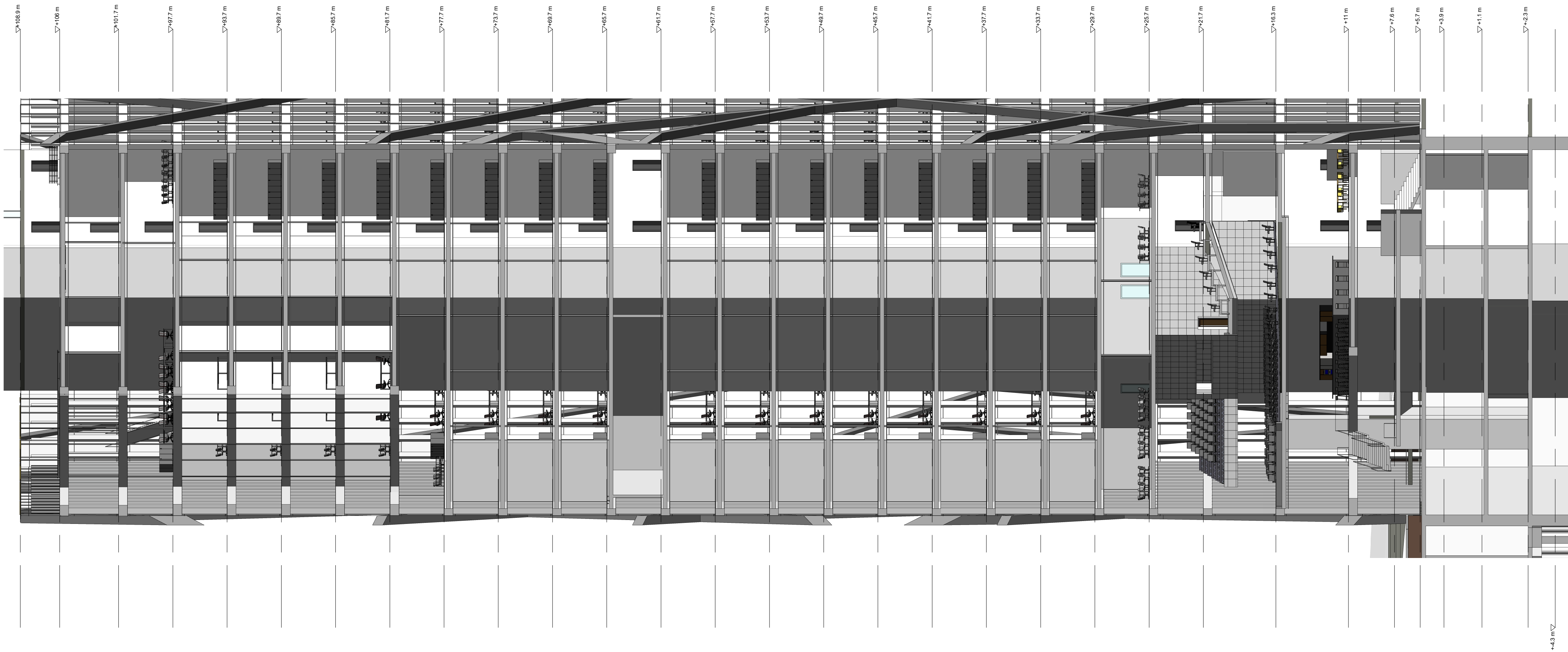




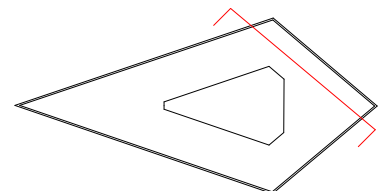
+4.3 m

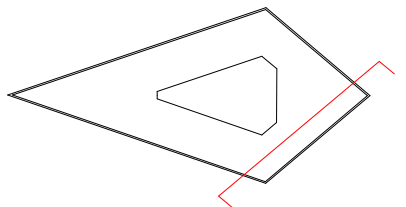
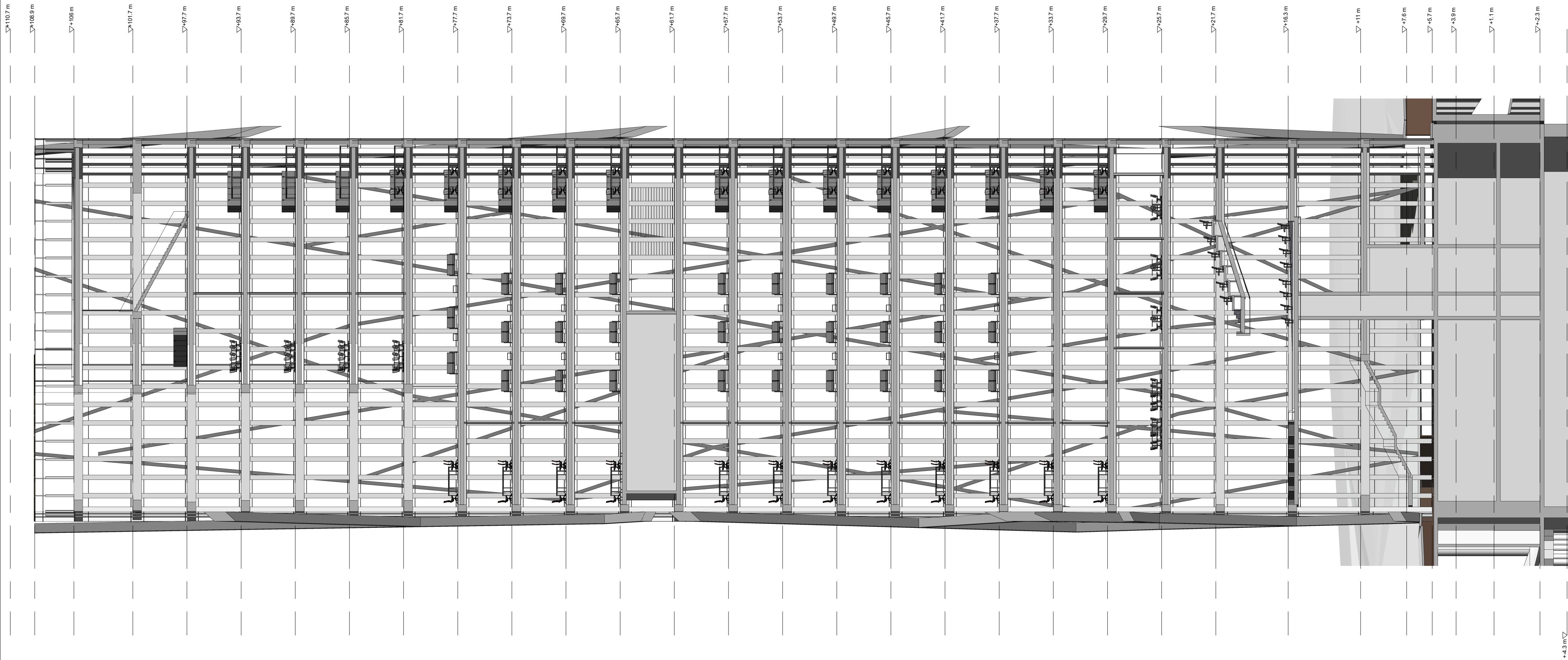


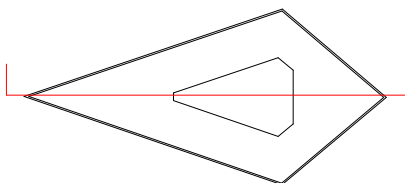
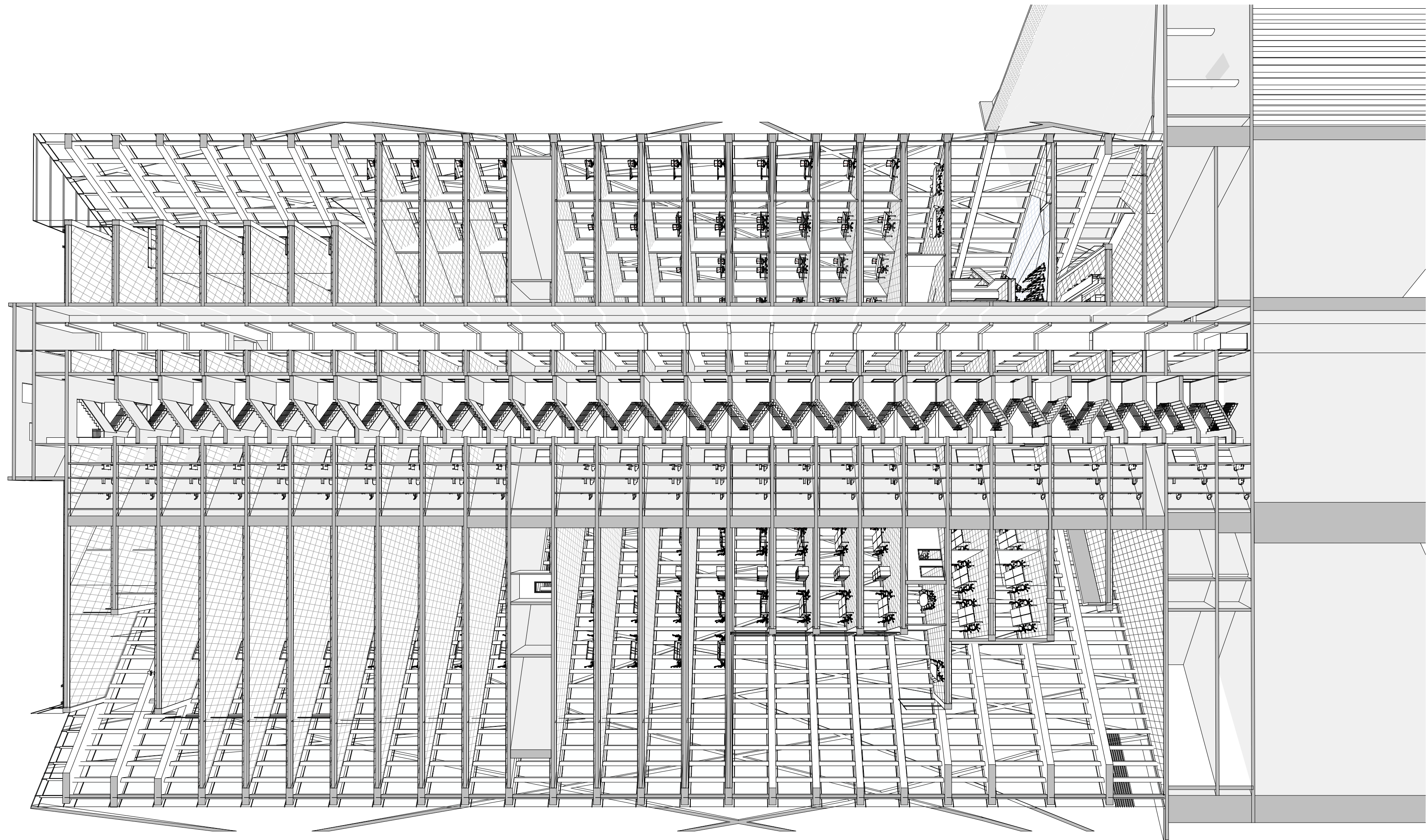


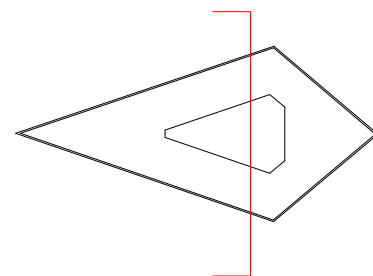
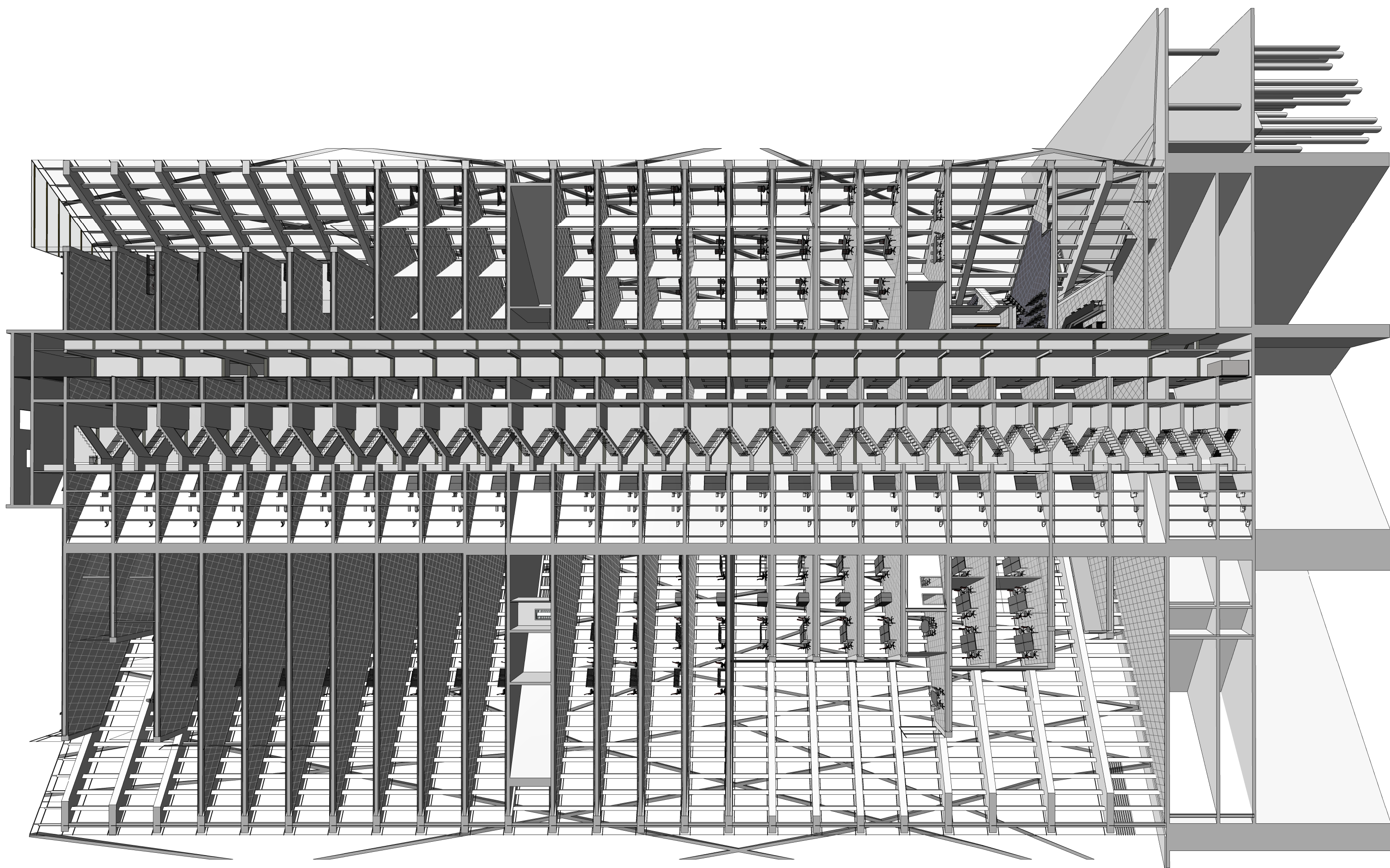


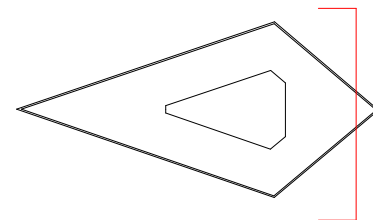
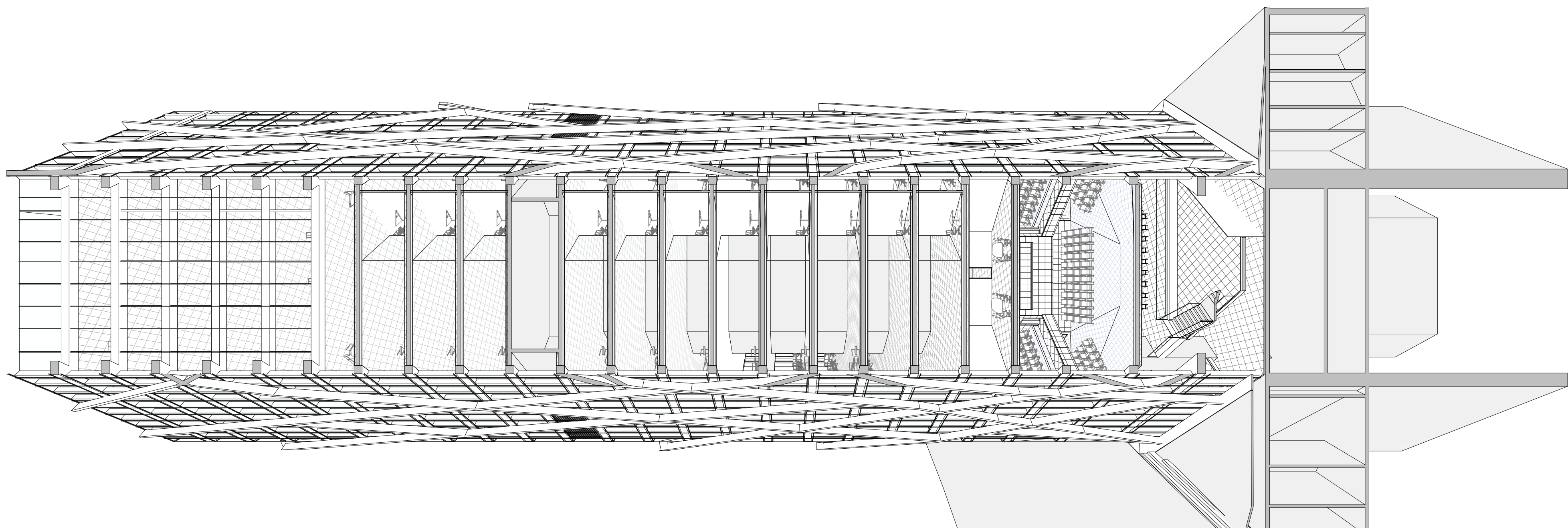
+4.3 m

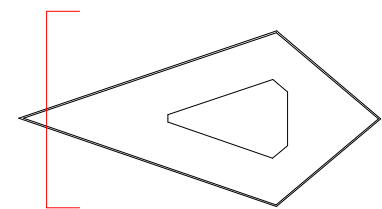
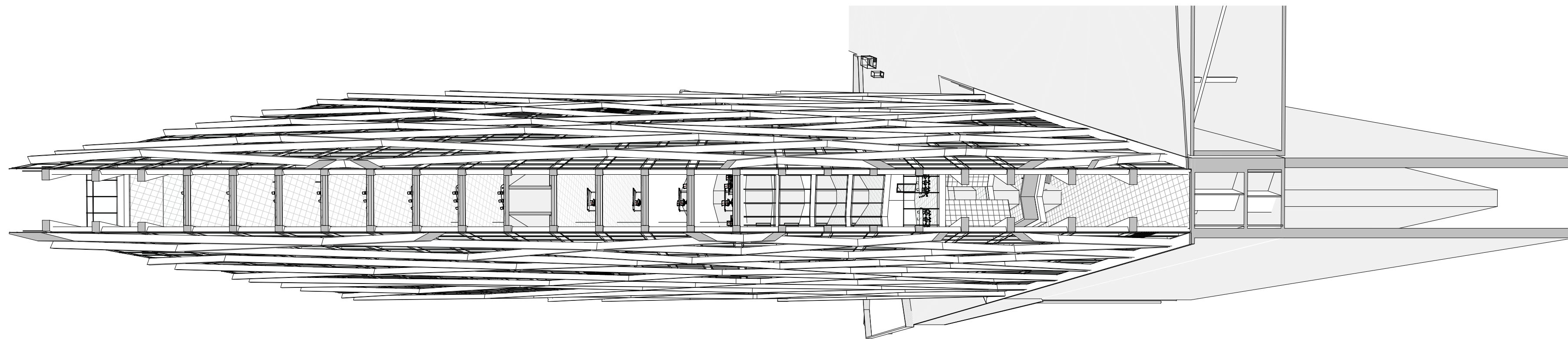


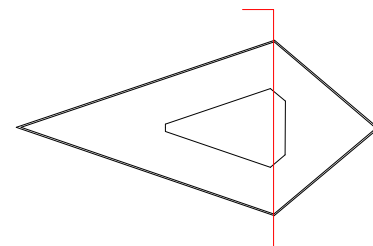
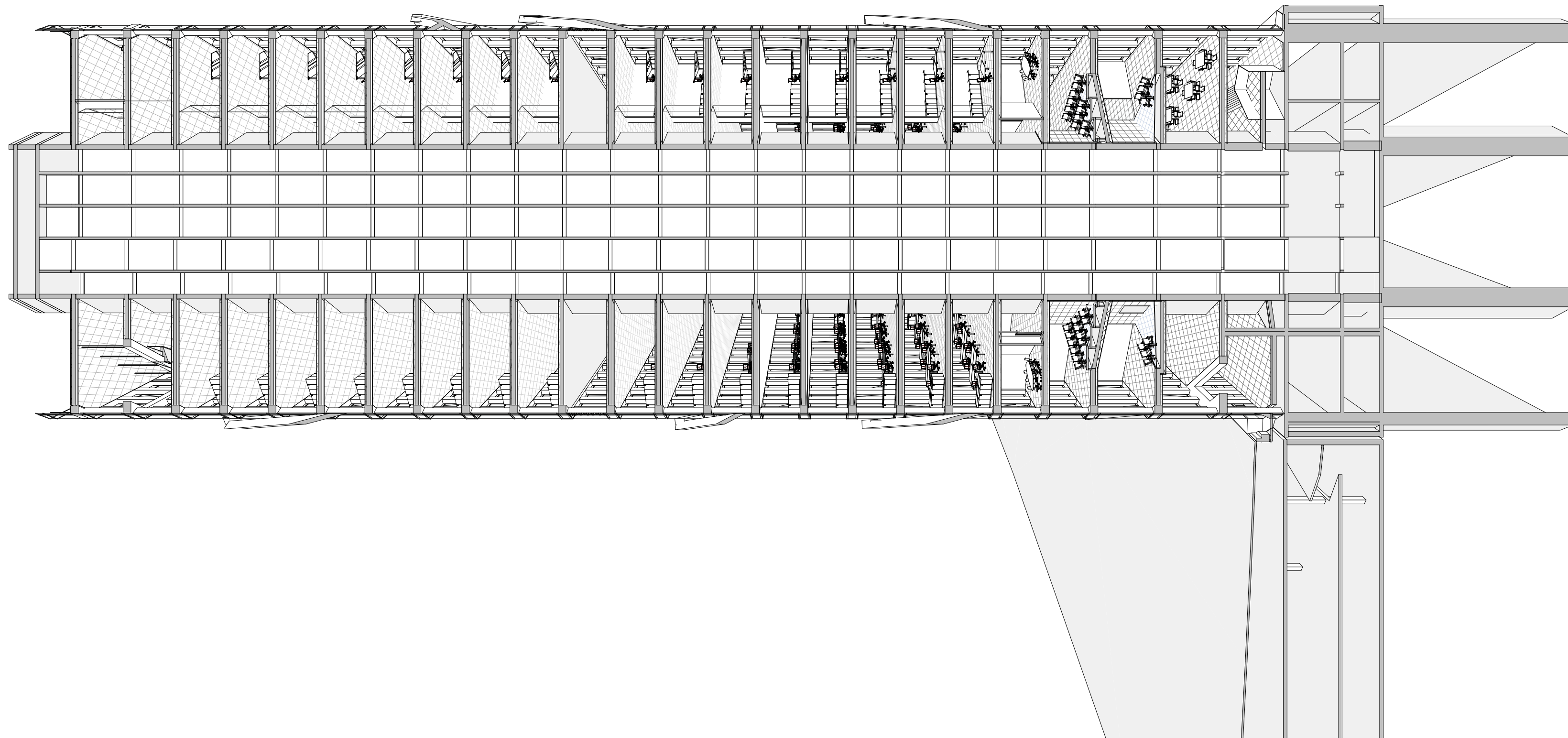


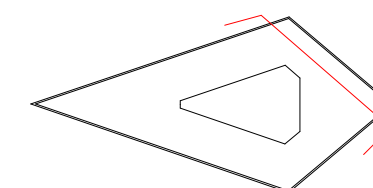
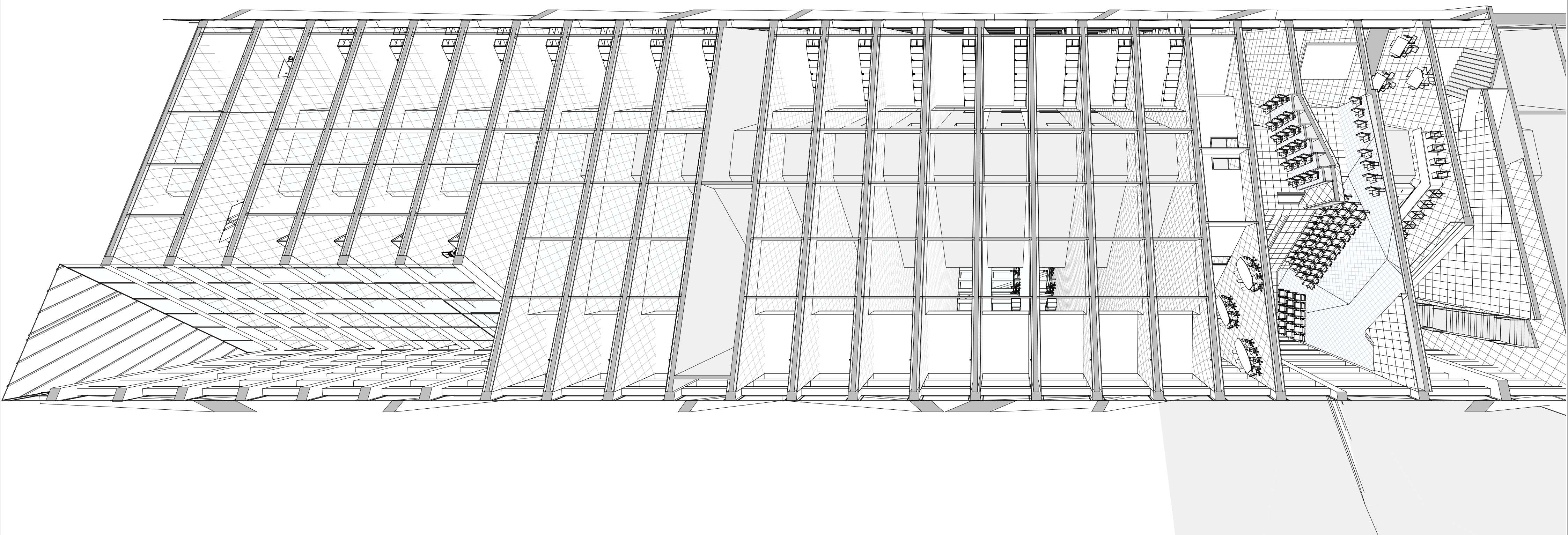


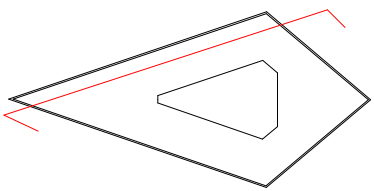
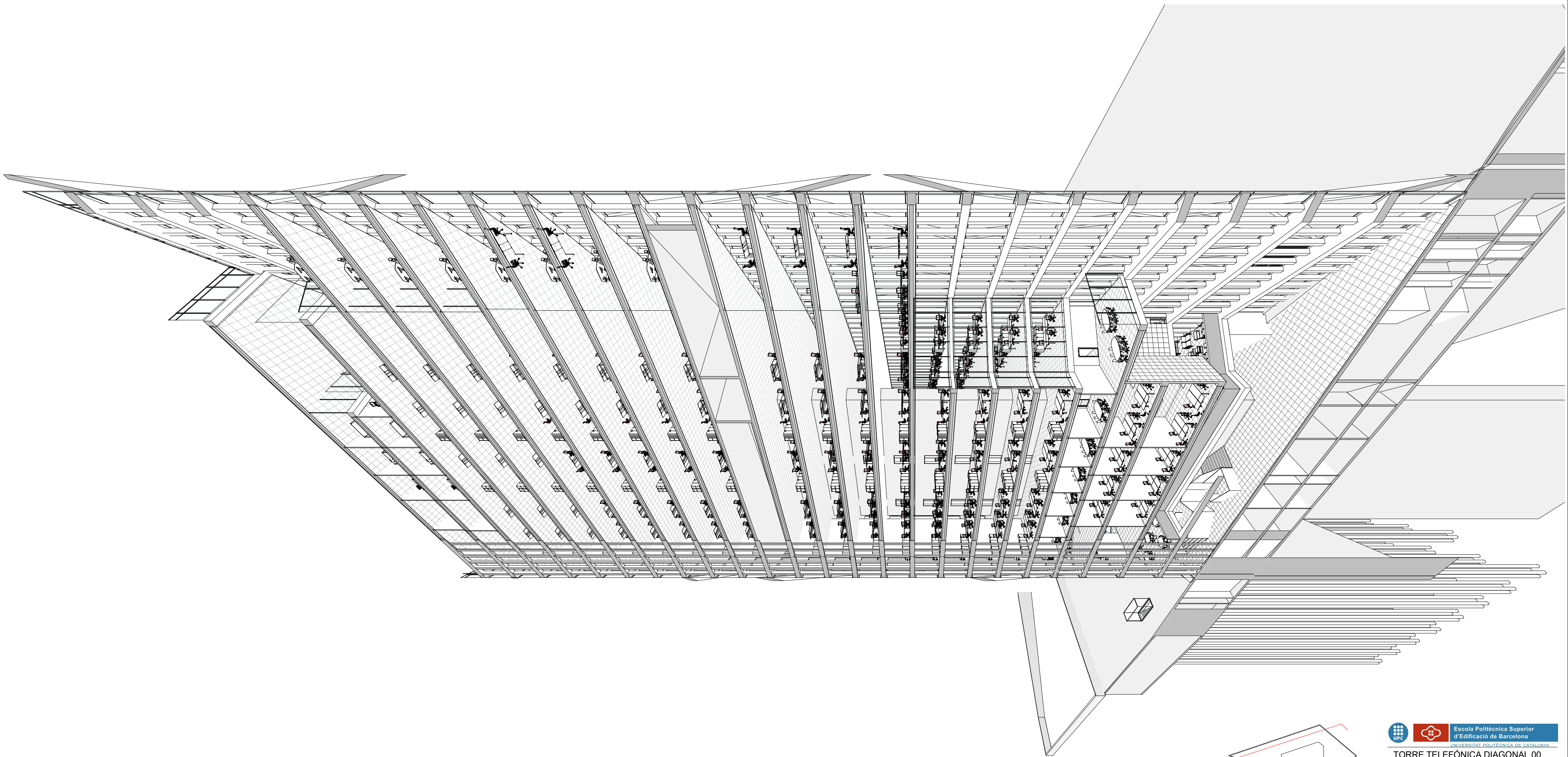


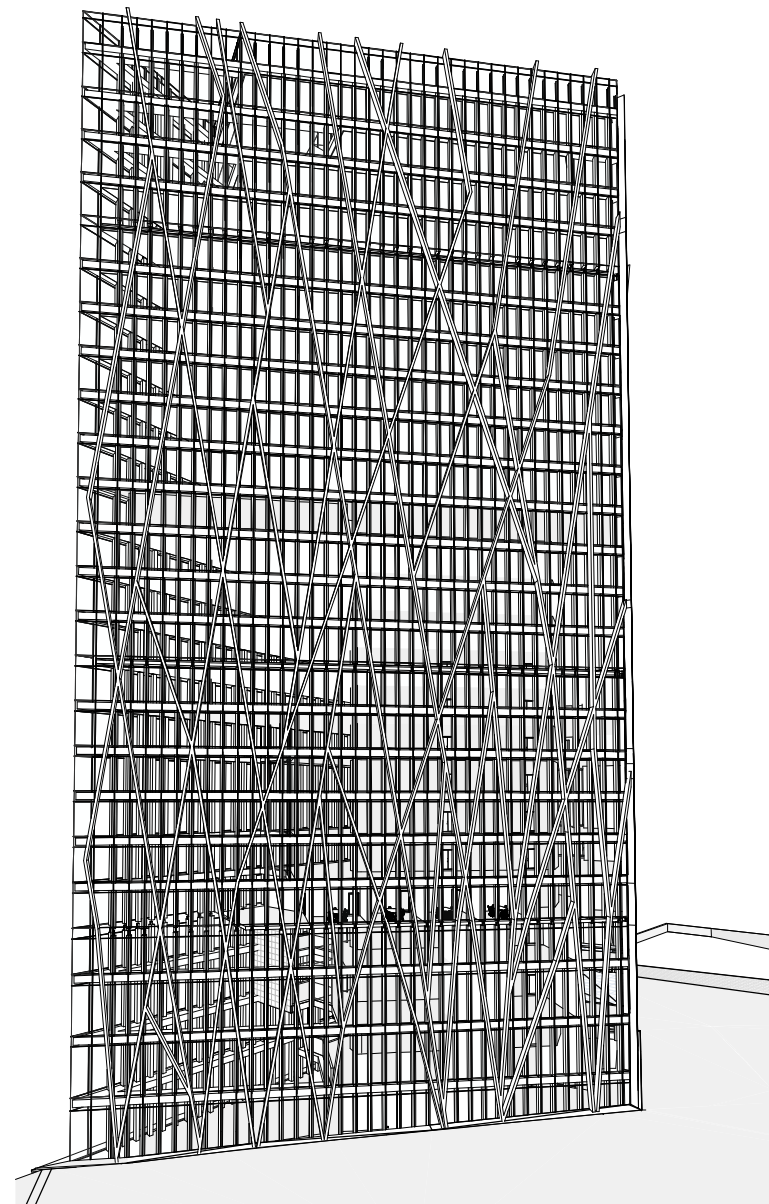
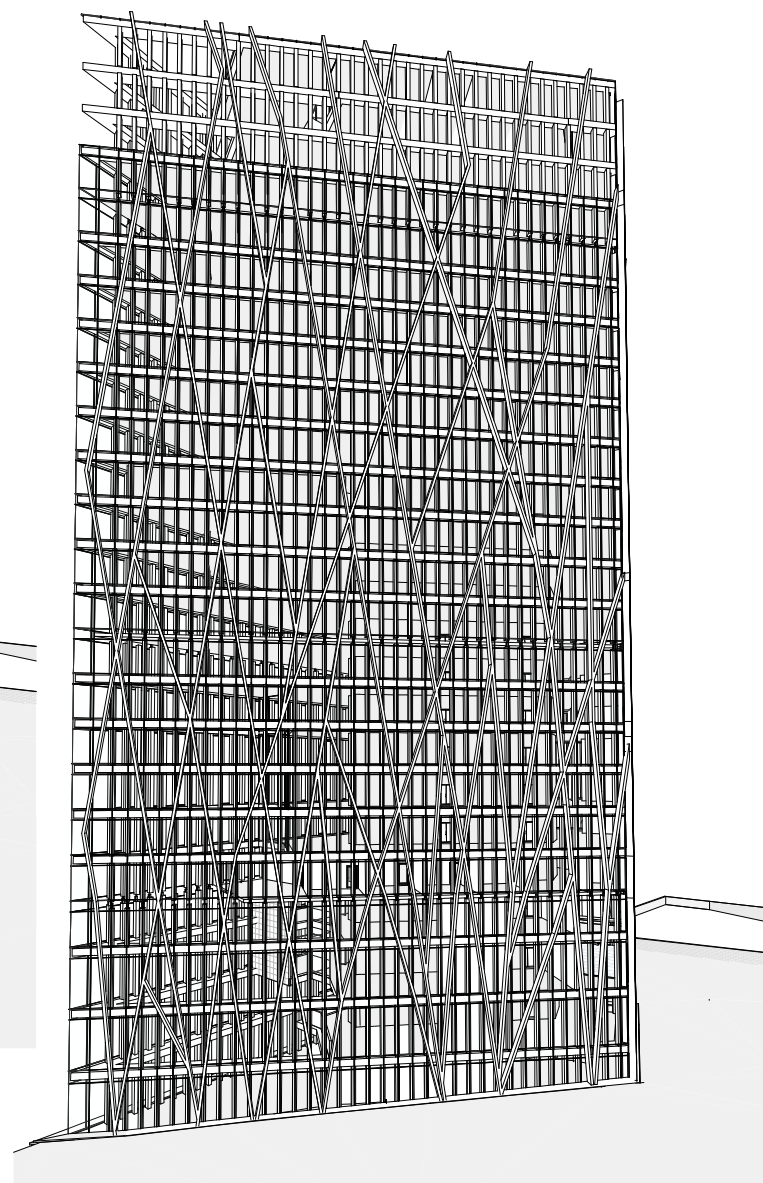
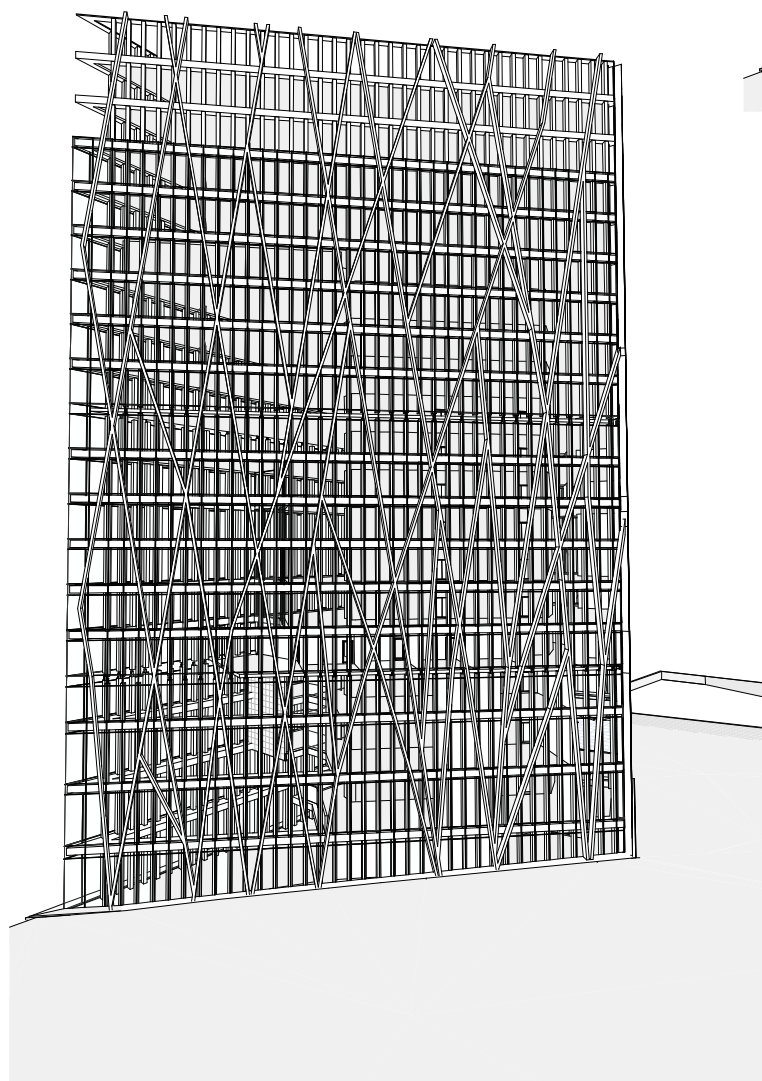
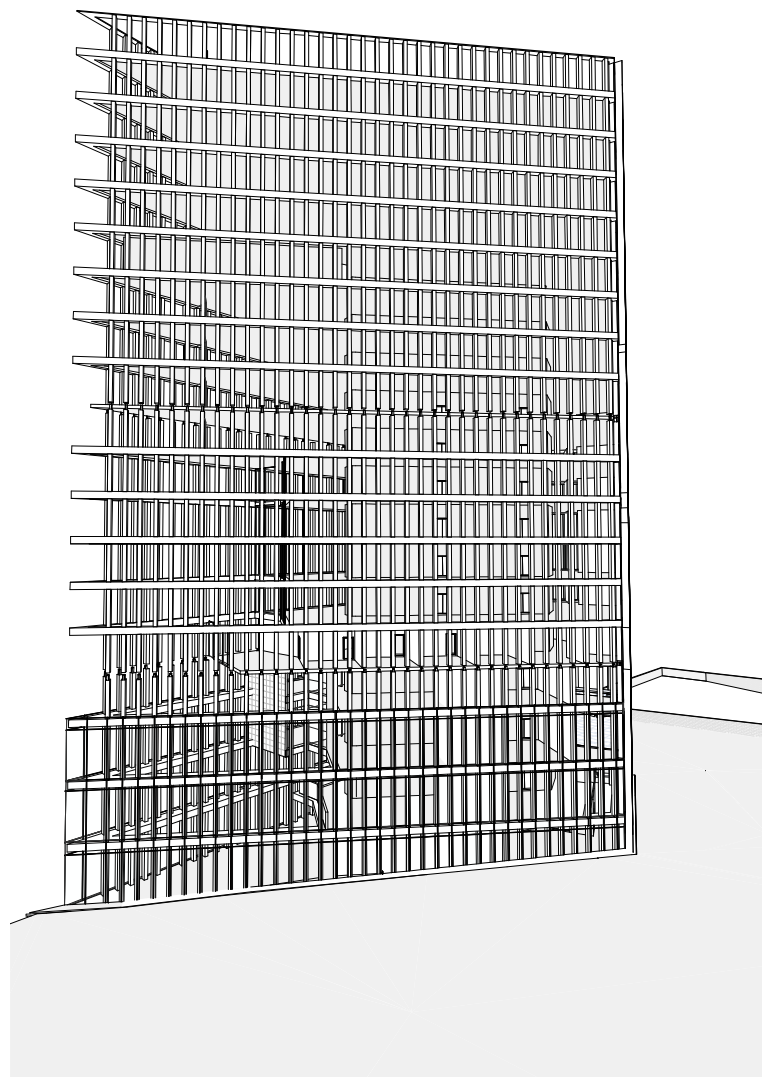
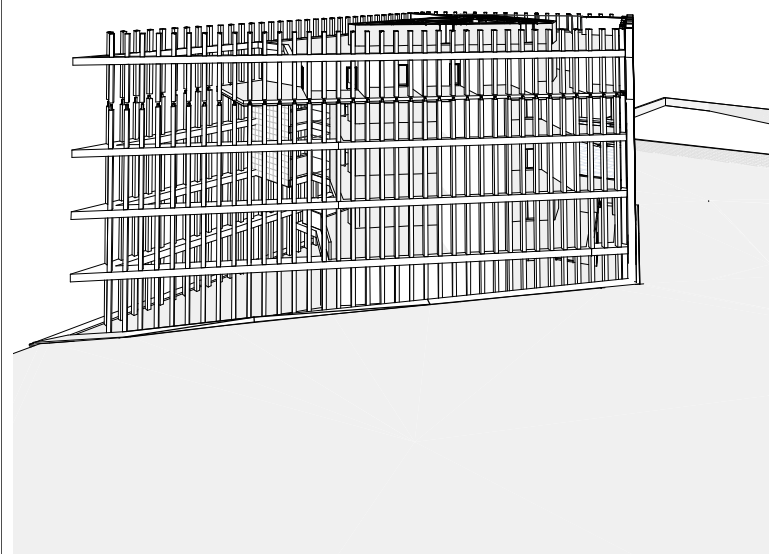
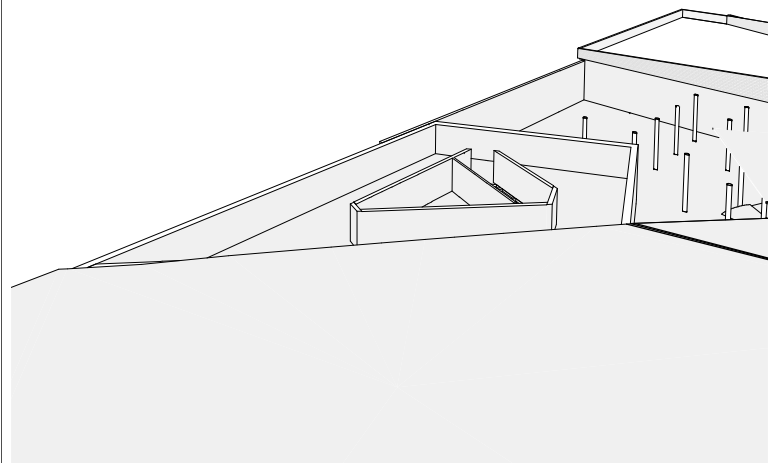
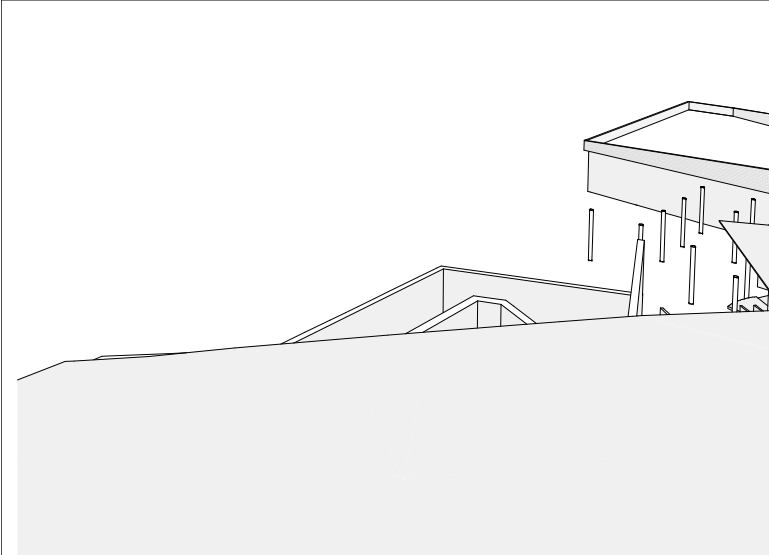












MUROS CIMENTACIÓN



Muro Pantalla - Cimentación e:50cm

Hormigón in situ HA-30/F/20/IIIb + Qb
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 350≤c≤375kg/m³
Control normal
Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua del mar



Muro Pantalla - Cimentación e:80cm

Hormigón in situ HA-30/F/20/IIIb + Qb
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 350≤c≤375kg/m³
Control intenso
Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua del mar



Muro Pantalla - Cimentación e:120cm

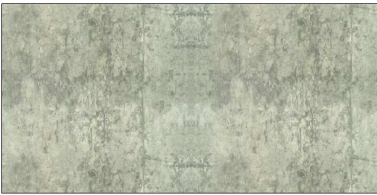
Hormigón in situ HA-50/B/20/IIIb + Qb
Resistencia característica a 28 días: fck≥500MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 350kg/m²≤c≤375kg/m³
Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua del mar

MUROS PORTANTES - NÚCLEO CENTRAL



Muro Portante - Núcleo central e:60cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas PS -2 Arranque de muro pantalla de 120cms
Resistencia característica a 28 días: fck≥50MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤c≤350kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:50cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas PS -1
Resistencia característica a 28 días: fck≥50MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤c≤350kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:40cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas PB a 03
Resistencia característica a 28 días: fck≥50MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤c≤350kg/m³



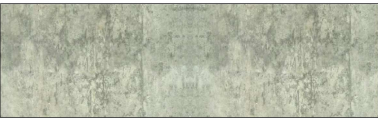
Muro Portante - Núcleo central e:35cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas 04 a 06
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤c≤350kg/m³



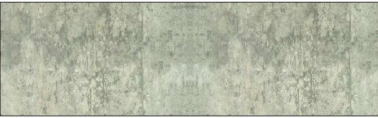
Muro Portante - Núcleo central e:35cm

Hormigón in situ HA-30/B/20/I
Plantas 07 a 14
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤c≤325kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:30cm

Hormigón in situ HA-30/B/20/I
Plantas 15 a 23
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤c≤325kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:30cm

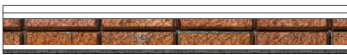
Hormigón in situ HA-30/B/20/IIla
Plantas 24 y badalot
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤c≤325kg/m³

***NOTA: La docilidad de los hormigones será al menos Blanda, pudiéndose mejorar para que, con los métodos de puesta en obra y consolidación que se adopten, no se produzcan coqueiras y no refluja la pasta al terminar la operación. Estos cambios deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa.*

No se permitirá el empleo de hormigones de consistencia fluida salvo que se consiga mediante la aplicación de aditivos fluidificantes aprobados por la DF. En ningún caso se utilizarán hormigones con un contenido de agua superior al correspondiente a la consistencia plástica.

***NOTA: El muro TI.13. Divisorias interiores a base de paneles acristalados así como el muro cortina tipo Shuco skyline S65 que aparecen en la tabla adjunta no se muestran gráficamente en el presente plano puesto que el software no lo permite al tratarse de un material transparente.*

DIVISORIAS INTERIORES



TI.01. Muro interior obra baños 2 hojas. Acabados madera fenólica encolada por una cara y azulejo de Valencia 20x10 cm por la otra.



TI.02. Muro interior obra baños. Alicatado azulejo de Valencia 20x10 cms 2h



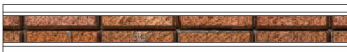
TI.03. Muro interior obra baños. Alicatado azulejo de Valencia 1h



TI.04. Muro interior placas insonoras.



TI.05.Trasdosado acústico especial sala de actos placas 2"



TI.06. Muro interior obra madera encolada 2h



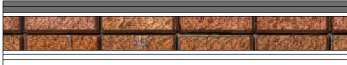
TI.07. Muro ladrillo hueco 90mm acabado 1h enyesado



TI.08. Muro ladrillo perforado



TI.09. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 1h



TI.10. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 2h



TI.11. Muro bloques de hormigón zona parking



TI.12. Muro frontal ascensores acabado panel inox satinado

TIPOLOGÍA DE MUROS			
Tipo	Material estructural	Área	Volumen
Muro Cortina Shuco skyline S65		16164 m²	0.00 m³
Muro pantalla. Cimentación e.50 cm	HA-30/F/20/IIIb + Qb	1276 m²	635.82 m³
Muro Pantalla. Cimentación e.80 cm	HA-30/F/20/IIIb + Qb	4039 m²	3213.04 m³
Muro pantalla. Cimentación e.120 cm	HA-50/B/20/IIIb + Qb	2994 m²	3359.11 m³
Muro portante núcleo central e.30cms	HA-30/B/20/IIla	229 m²	67.14 m³
Muro portante núcleo central e.30cms.	HA-30/B/20/I	3244 m²	959.25 m³
Muro portante núcleo central e.35cms	HA-50/B/20/I	691 m²	236.81 m³
Muro portante núcleo central e.35cms.	HA-30/B/20/I	1801 m²	617.61 m³
Muro portante núcleo central e.40cms	HA-50/B/20/I	1144 m²	446.86 m³
Muro portante núcleo central e.50cm	HA-50/B/20/I	321 m²	156.41 m³
Muro portante núcleo central e.60cms	HA-50/B/20/I	194 m²	112.75 m³
TI.01. Muro interior obra baños 2 hojas. Acabados madera fenólica encolado por una cara y azulejo de Valencia 20x10 cms por la otra.	Ladrillo perforado	573 m²	73.91 m³
TI.02. Muro interior obra baños. Alicatado zaulejo de Valencia 20x10 cms 2h	Ladrillo perforado	1218 m²	145.47 m³
TI.03. Muro interior obra baños. Alicatado azulejo de Valencia 1h	Ladrillo perforado	1083 m²	119.93 m³
TI.04. Muro interior placas insonoras	Ladrillo perforado	246 m²	59.61 m³
TI.05. Trasdosado acústico especial sala de actos 2"	Losa de techo acústica 600 x 600 mm	248 m²	12.32 m³
TI.06. Muro interior obra madera encolada 2h	Ladrillo hueco	3565 m²	462.81 m³
TI.07. Muro ladrillo 90mm acabado 1h enyesado	Ladrillo hueco	776 m²	92.85 m³
TI.08. Muro en ladrillo perforado	Ladrillo perforado	3824 m²	343.26 m³
TI.09. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 1h	Mortero de agarre	2937 m²	390.49 m³
TI.10. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 2h	Mortero de agarre	708 m²	119.98 m³
TI.11. Muro bloques de hormigón zona parking	Hormigón - bloques	1618 m²	321.74 m³
TI.12. Muro frontal ascensores acabado panel inox satinado	Capa de entramado metálico	1960 m²	93.99 m³
TI.13. Divisorias interiores a base de paneles acristalados		2095 m² 52948 m²	0.00 m³ 12041.14 m³

MUROS CIMENTACIÓN



Muro Pantalla - Cimentación e:50cm

Hormigón in situ HA-30/F/20/IIIb + Qb
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 350≤cs≤375kg/m³
Control normal
Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua del mar



Muro Pantalla - Cimentación e:80cm

Hormigón in situ HA-30/F/20/IIIb + Qb
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 350≤cs≤375kg/m³
Control intenso
Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua del mar



Muro Pantalla - Cimentación e:120cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/IIIb + Qb
Resistencia característica a 28 días: fck≥500MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 350kg/m³≤cs≤375kg/m³
Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua del mar

MUROS PORTANTES - NÚCLEO CENTRAL



Muro Portante - Núcleo central e:60cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas PS -2 Arranque de muro pantalla de 120cms
Resistencia característica a 28 días: fck≥50MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤cs≤350kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:50cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas PS -1
Resistencia característica a 28 días: fck≥50MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤cs≤350kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:40cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas PB a 03
Resistencia característica a 28 días: fck≥50MPa=500kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤cs≤350kg/m³

Muro Portante - Núcleo central e:35cm

Hormigón in situ HA-50/B/20/I
Plantas 04 a 06
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤cs≤350kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:35cm

Hormigón in situ HA-30/B/20/I
Plantas 07 a 14
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤cs≤325kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:30cm

Hormigón in situ HA-30/B/20/I
Plantas 15 a 23
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤cs≤325kg/m³



Muro Portante - Núcleo central e:30cm

Hormigón in situ HA-30/B/20/IIla
Plantas 24 y badalot
Resistencia característica a 28 días: fck≥30MPa=300kp/cm²
Relación agua/cemento: a/c≤0.50
Contenido mínimo de cemento: 300≤cs≤325kg/m³

**NOTA: La docilidad de los hormigones será al menos Blanda, pudiéndose mejorar para que, con los métodos de puesta en obra y consolidación que se adopten, no se produzcan coqueas y no refluya la pasta al terminar la operación. Estos cambios deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa.*

No se permitirá el empleo de hormigones de consistencia fluida salvo que se consiga mediante la aplicación de aditivos fluidificantes
aprobados por la DF. En ningún caso se utilizarán hormigones con un contenido de agua superior al correspondiente a la consistencia plástica.

***NOTA: El muro TI.13. Divisorias interiores a base de paneles acristalados así como el muro cortina tipo Shūco skyline S65 que aparecen en la tabla adjunta no se muestran gráficamente en el presente plano puesto que el software no lo permite al tratarse de un material transparente.*

DIVISORIAS INTERIORES



TI.01. Muro interior obra baños 2 hojas. Acabados madera fenólica encolada por una cara y azulejo de Valencia 20x10 cm por la otra.



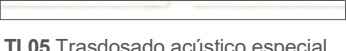
TI.02. Muro interior obra baños. Alicatado azulejo de Valencia 20x10 cms 2h



TI.03. Muro interior obra baños. Alicatado azulejo de Valencia 1h



TI.04. Muro interior placas insonoras.



TI.05.Trasdosado acústico especial sala de actos placas 2"



TI.06. Muro interior obra madera encolada 2h



TI.07. Muro ladrillo hueco 90mm acabado 1h enyesado



TI.08. Muro ladrillo perforado



TI.09. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 1h



TI.10. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 2h



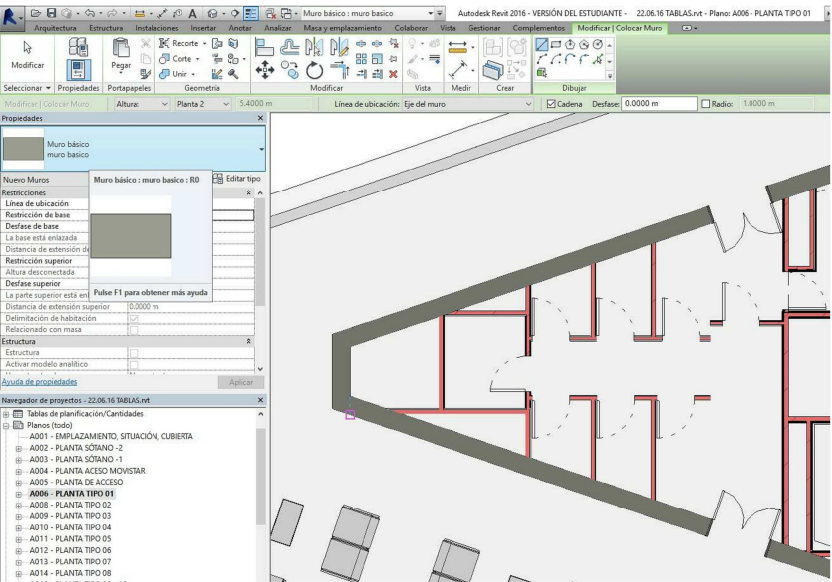
TI.11. Muro bloques de hormigón zona parking



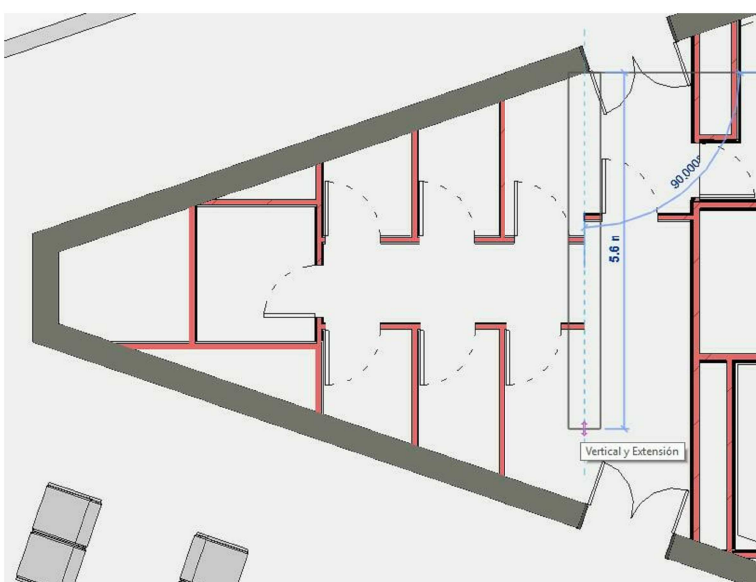
TI.12. Muro frontal ascensores acabado panel inox satinado

TIPOLOGÍA DE MUROS

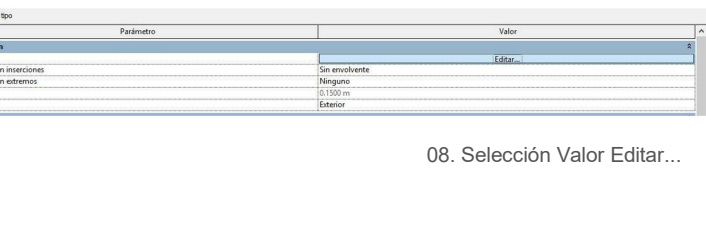
Tipo	Material estructural	Área	Volumen
Muro Cortina Shūco skyline S65		16164 m²	0.00 m³
Muro pantalla. Cimentación e.50 cm	HA-30/F/20/IIIb + Qb	1276 m²	635.82 m³
Muro Pantalla. Cimentación e.80 cm	HA-30/F/20/IIIb + Qb	4039 m²	3213.04 m³
Muro pantalla. Cimentación e.120 cm	HA-50/B/20/IIIb + Qb	2994 m²	3359.11 m³
Muro portante núcleo central e.30cms	HA-30/B/20/IIla	229 m²	67.14 m³
Muro portante núcleo central e.30cms.	HA-30/B/20/I	3244 m²	959.25 m³
Muro portante núcleo central e.35cms	HA-50/B/20/I	691 m²	236.81 m³
Muro portante núcleo central e.35cms.	HA-30/B/20/I	1801 m²	617.61 m³
Muro portante núcleo central e.40cms	HA-50/B/20/I	1144 m²	446.86 m³
Muro portante núcleo central e.50cm	HA-50/B/20/I	321 m²	156.41 m³
Muro portante núcleo central e.60cms	HA-50/B/20/I	194 m²	112.75 m³
TI.01. Muro interior obra baños 2 hojas. Acabados madera fenólica encolado por una cara y azulejo de Valencia 20x10 cms por la otra.	Ladrillo perforado	573 m²	73.91 m³
TI.02. Muro interior obra baños. Alicatado zaulejo de Valencia 20x10 cms 2h	Ladrillo perforado	1218 m²	145.47 m³
TI.03. Muro interior obra baños. Alicatado azulejo de Valencia 1h	Ladrillo perforado	1083 m²	119.93 m³
TI.04. Muro interior placas insonoras	Ladrillo perforado	246 m²	59.61 m³
TI.05. Trasdosado acústico especial sala de actos 2"	Losa de techo acústica 600 x 600 mm	248 m²	12.32 m³
TI.06. Muro interior obra madera encolada 2h	Ladrillo hueco	3565 m²	462.81 m³
TI.07. Muro ladrillo 90mm acabado 1h enyesado	Ladrillo hueco	776 m²	92.85 m³
TI.08. Muro en ladrillo perforado	Ladrillo perforado	3824 m²	343.26 m³
TI.09. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 1h	Mortero de agarre	2937 m²	390.49 m³
TI.10. Muro ladrillo perforado acabado placas hidrófugas de yeso 15mm 2h	Mortero de agarre	708 m²	119.98 m³
TI.11. muro bloques de hormigón zona parking	Hormigón - bloques	1618 m²	321.74 m³
TI.12. Muro frontal ascensores acabado panel inox satinado	Capa de entramado metálico	1960 m²	93.99 m³
TI.13. Divisorias interiores a base de paneles acristalados		2095 m² 52948 m²	0.00 m³ 12041.14 m³



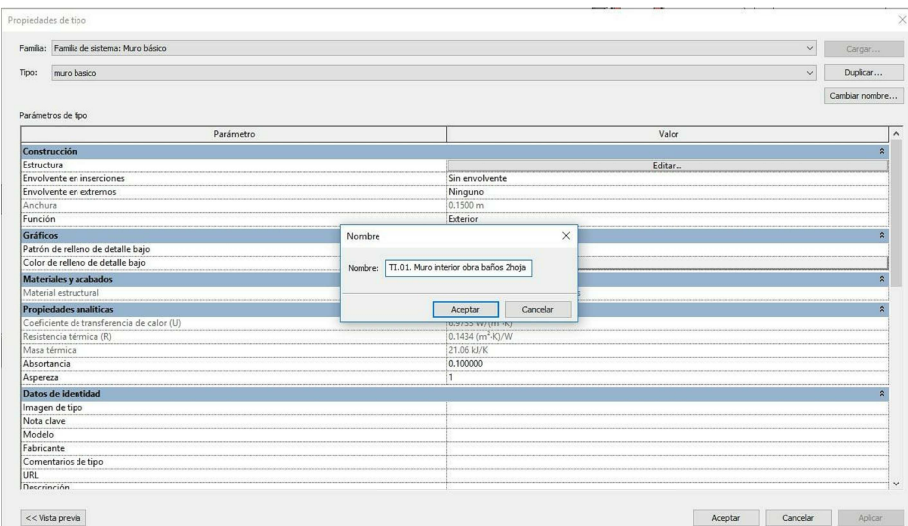
01. Herramienta muro



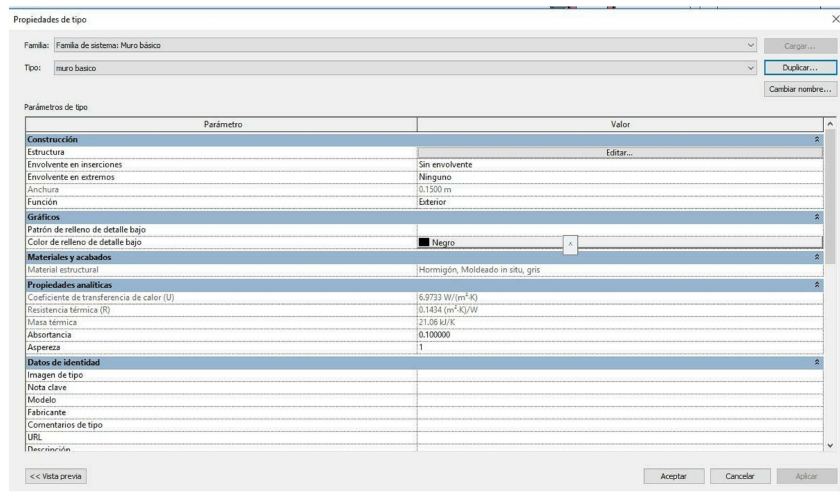
02. Colocación muro



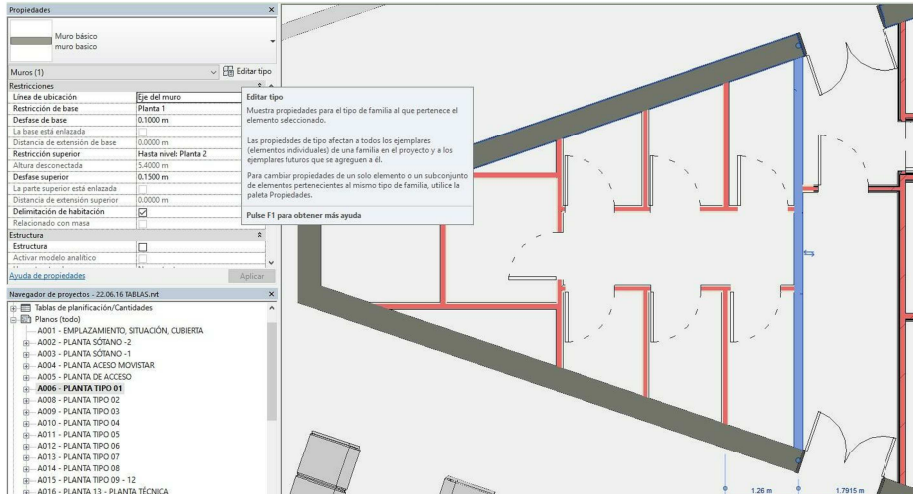
08. Selección Valor Editar...



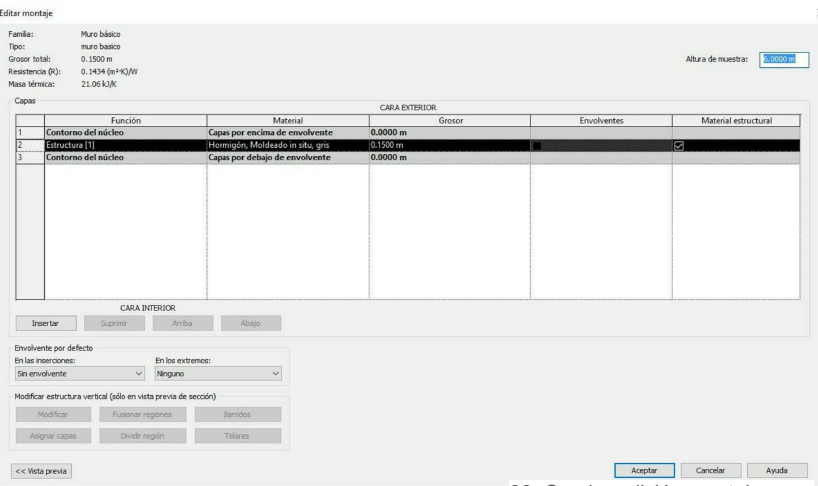
07. Nombrar el nuevo muro



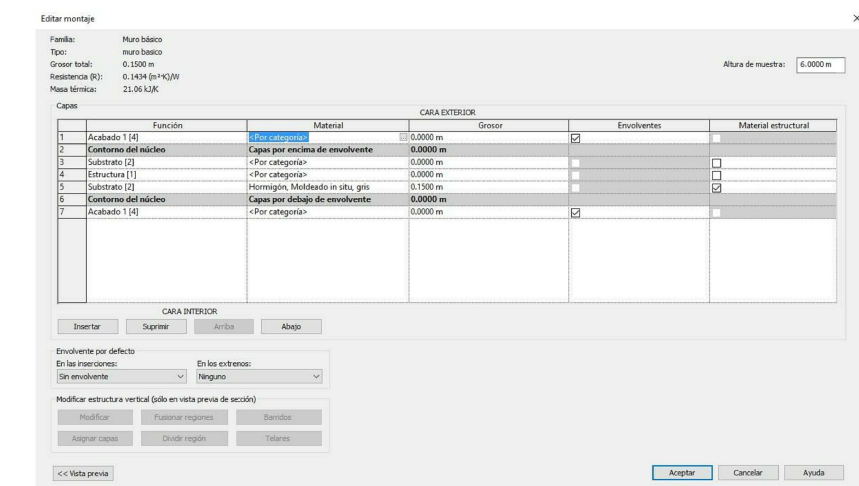
06. Cuadro propiedades de tipo de muro



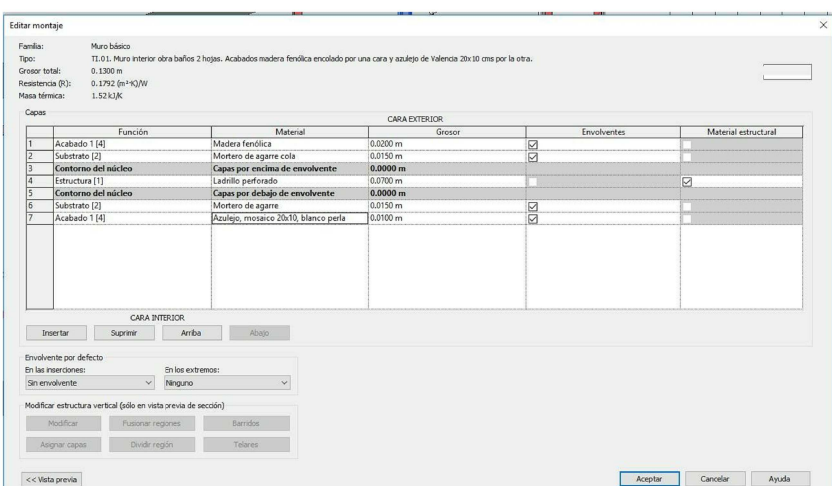
05. Selección muro para editar su tipo



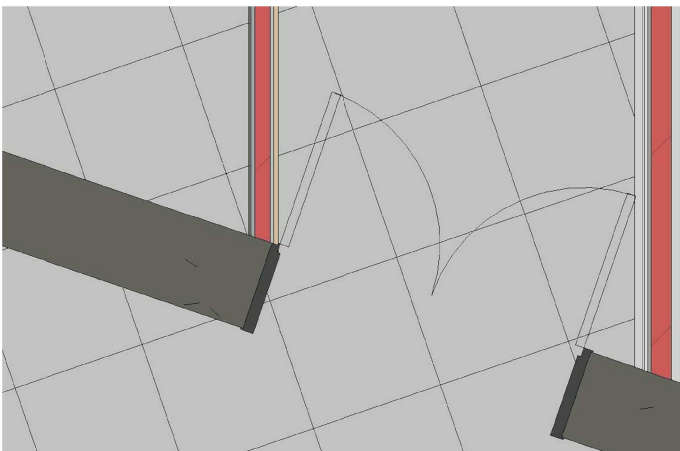
09. Cuadro edición montaje muro



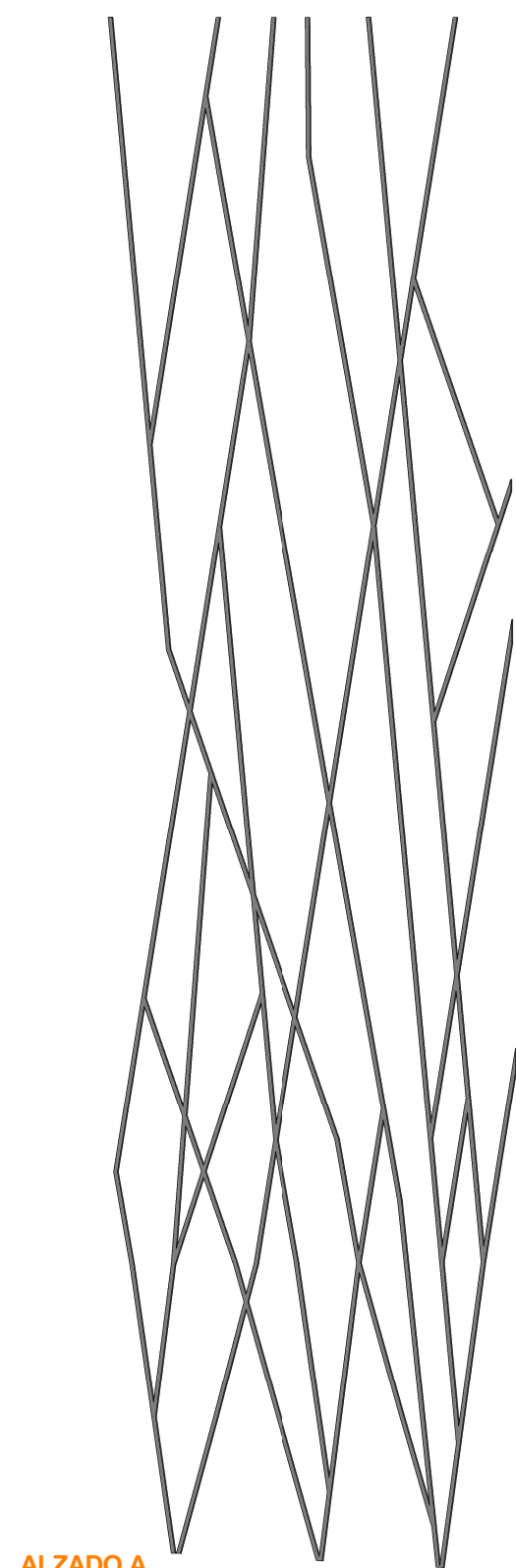
10. Dotamos a nuestro muro de materiales, capas y grosores que lo formarán.



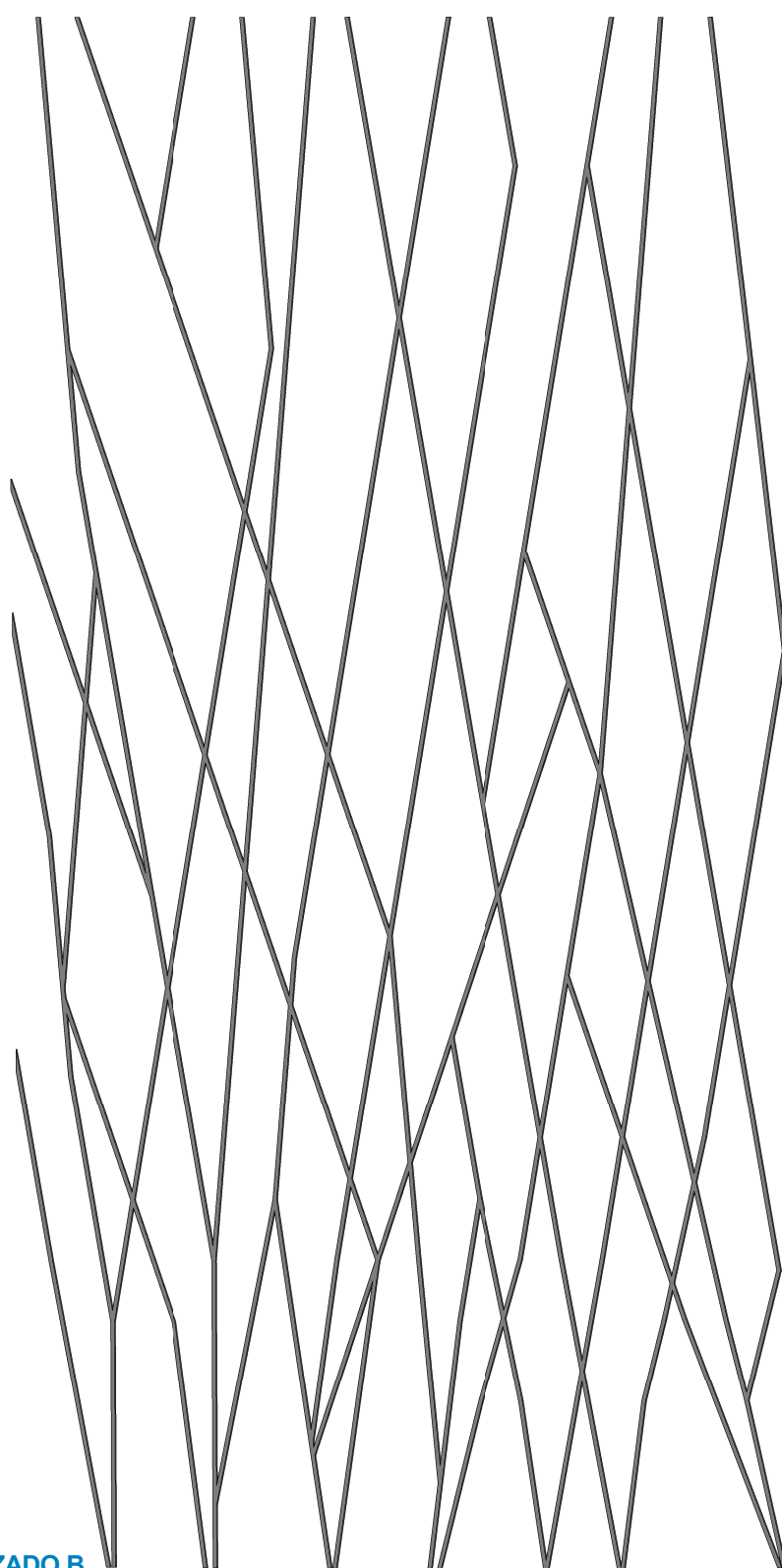
11. Muro establecido



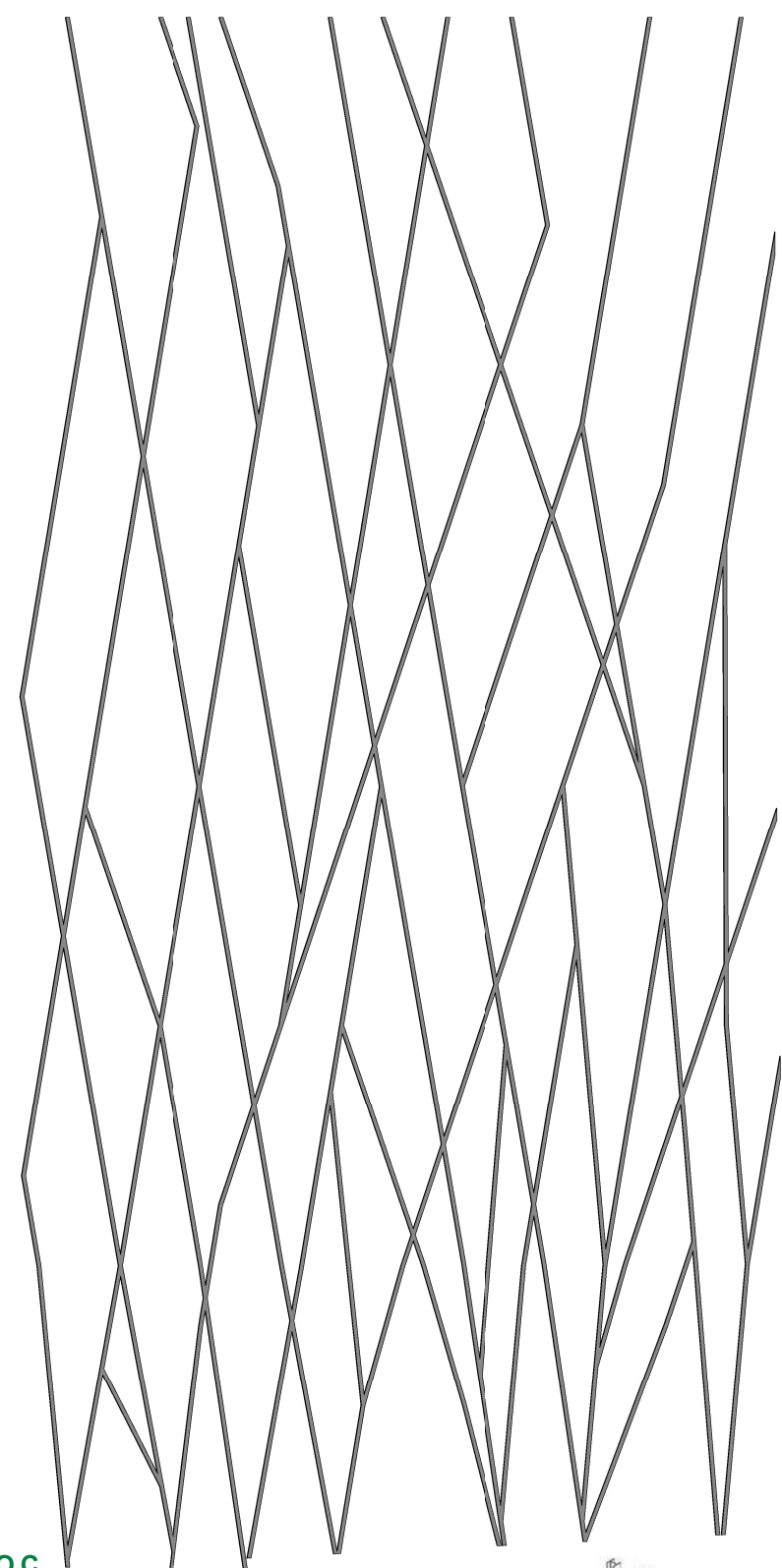
12. Nuevo muro colocado en proyecto



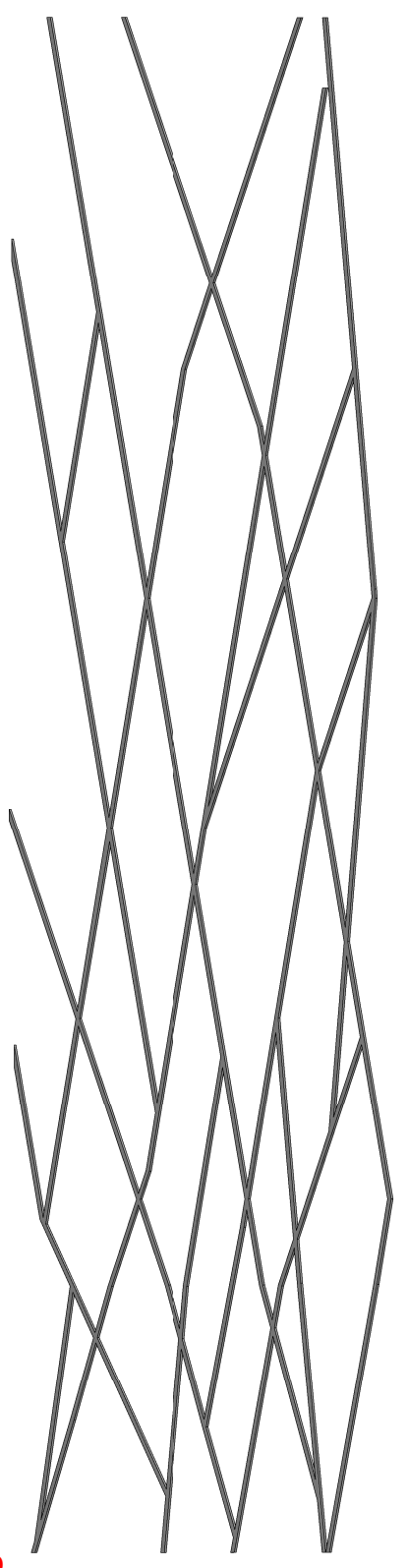
ALZADO A



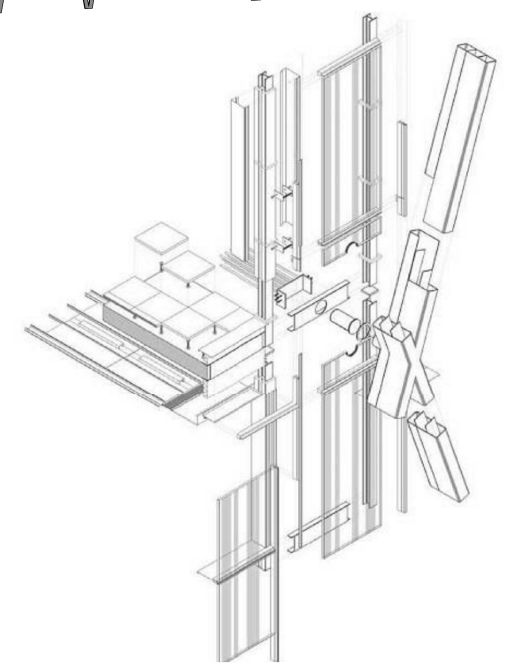
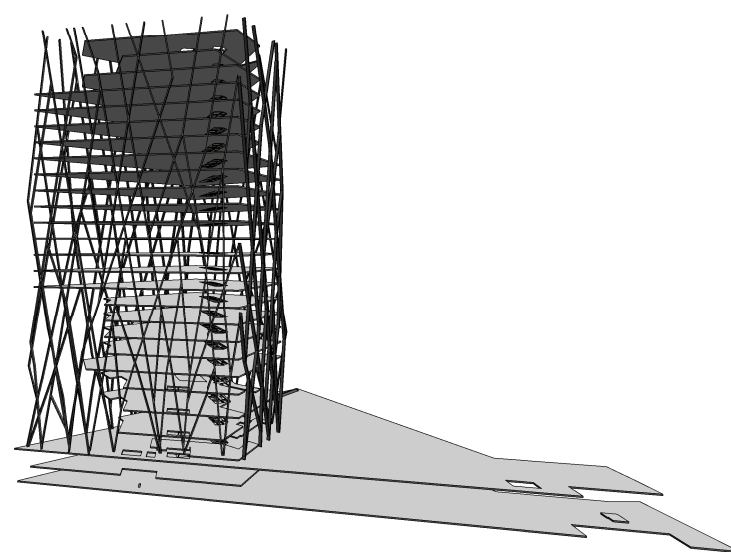
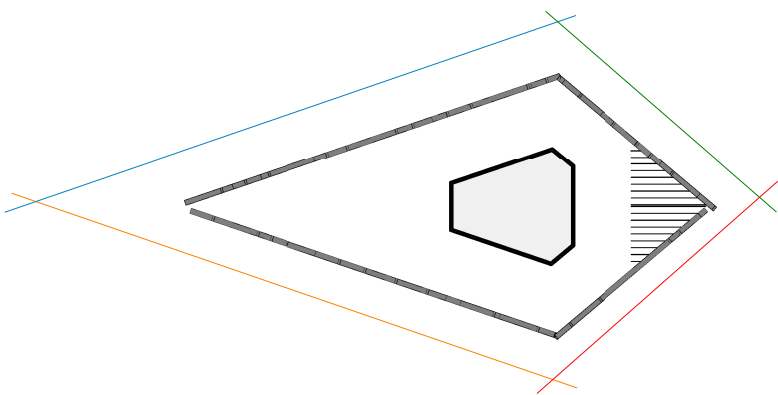
ALZADO B



ALZADO C



ALZADO D



Escola Politécnica Superior
d'Edificació de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TORRE TELEFÓNICA DIAGONAL 00

ESTRUCTURA BAMBÚ

0 5m
Esc.Como se indica

W001

CONCLUSIONS

A grans trets podem sentir-nos satisfets pel treball realitzat. Sabem que el treball ens dóna experiència, i amb aquesta feina hem acumulat moltes hores. Aquest edifici es un reflex de la construcció actual, projectes dinàmics, mecanitzats i capaços d'executar-se disminuint els temps i els costos.

Fent referència a la metodologia BIM, podem dir que és una eina en constant evolució però que malauradament encara queden eines i compatibilitats que necessiten desenvolupar-se amb els anys. Sota la nostre percepció BIM és el futur, ens permet percebre d'una forma gairebé exacte de com serà el projecte executat sense aixecar-nos d'una cadira però que encara necessita una homogeneïtzació per part de les grans empreses per tal de que BIM sigui 100% operatiu.

Encara que avui dia ja hi han empreses que comencen a oferir la seva gama de productes en un format BIM descarregables per tal de facilitar la posada en obra virtual, és necessari que totes les empreses del sector facin consciència i afegeixin un sector de desenvolupament del producte virtual per tal de crear una xarxa global.

D'altre banda ha sigut una gran experiència treballar amb un sistema de modelatge virtual com és revit, ens ha permés trobar els avantatges i els inconvenients entre BIM i la metodologia actual ja que redueix el potencial del mateix BIM.

Recomanacions

BIM és el futur, cal remarcar que no és un mètode o un guió d'edificació sinó una filosofia que revoluciona el sector de la construcció. Redueix els temps, les despeses, el personal i la mà d'obra;

- La universitat ha de modernitzar les seves classes, ha d'incorporar nous mètodes d'aprenentatge i una de les eines imprescindibles és aquesta filosofia BIM. A més poques eines coneixem que es puguin aplicar al camp de la educació constructiva, capaç d'aplicar-se a la construcció, als pressupostos, a les estructures, a les instal·lacions entre d'altres aspectes.
- S'han d'implantar noves assignatures relacionades, a més d'introduir nous crèdits dintre de les assignatures més fortes de la carrera que facin una aplicació dins del programa.
- Facilitar la familiarització de l'estudiant mitjançant cursos gratuïts.

BIBLIOGRAFIA

Documentació escrita

Introducción a la Tecnología BIM, Eloi Coloma Picó 2008.
Javier Alonso Madrid Nivel de desarrollo LOD, consulta abril de 2016.
Enric Massip-Bosch, TC cuadernos 2015.
CAATEEB, Autodesk Revit. Nivel I BIM (Building Information Modeling), (Enero 2014).
CAATEEB, Autodesk Revit. Nivel II BIM (Building Information Modeling), (Marzo 2014).
VV.AA (2013), Decret Real Decreto 235/2013, de 5 de abril. Madrid.
VV.AA(2012).
Decret d’Habitabilitat 141/2012 de 30 de Octubre de 2012.

Pàgines webs consultades

<http://www.lamp.es/es/casestudies/torre-zerozero>
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/07/07/nueva-torre-diagonal-zero-zero-emba/>
<http://barcelonda.com/torre-diagonal-zerozero-torre-telefonica-de-barcelona/>
<http://arqa.com/arquitectura/internacional/torre-telefonica-diagonal-zerozero-barcelona.html>
[http://www.elconsorci.net/ca/Projectes_urbans/5/1000/Torre Telefonica Diagonal 00/40](http://www.elconsorci.net/ca/Projectes_urbans/5/1000/Torre_Telefonica_Diagonal_00/40)
http://www.tendencias21.net/telefonica/Telefonica-Diagonal-00-mejor-edificio-comercial-del-ano_a303.html
<http://blogthinkbig.com/edificio-torre-telefonica/>
http://www.trox.es/es/company/news/companynews/trox_edificio_diagonal_00/index.html
<http://www.inmodiario.com/142/12423/torre-telefonica-diagonal-barcelona-gana-premios-arquitectura-leaf.html>
<http://www.youtube.com/watch?v=v4fVmJZt-bA>
<http://www.mosingenieros.com/2012/04/torre-telefonica-diagonal-00-barcelona.html>
<http://www.abc.es/20110919/cultura/abci-torre-telefonica-barcelona-oscar-201109191806.html>
<https://www.flickr.com/photos/javier1949/7718068614/>
<http://vimeo.com/23031622>
<http://bimobjects.com>
<http://revitcity.com>

Cites

- “La plataforma Revit és la solució de Autodesk creada específicament per al modelatge d'informació d'edificis. Aplicacions com Revit Architecture, Revit® Structure i Revit® MEP, basades en la plataforma Revit, són sistemes complets de disseny i documentació d'edificis específics per a cada disciplina, i donen suport a totes les fases del disseny i la documentació de construcció. Des dels estudis conceptuals fins als dibuixos de construcció i taules de planificació més detallades, les aplicacions basades en Revit proporcionen un avantatge competitiu immediat, aporten millor coordinació i qualitat, i poden contribuir a rendibilitzar la tasca dels arquitectes i de la resta de l'equip de construcció. En el nucli de la plataforma Revit es troba el motor de canvis paramètrics de Revit, que coordina automàticament els canvis realitzats en qualsevol lloc: vistes de models o fulles de dibuixos, taules de planificació, seccions, plànols... o qualsevol un altre.”

Introducción a la Tecnología BIM (2008) .Adaptació de Eloi Coloma Picó, Recuperat www.lavanguardia.com

- “El LOD com Level of Development defineix el nivell de desenvolupament o maduresa d'informació que posseeix un element del model, i est és la part d'un component, sistema constructiu o muntatge de l'edifici”
(arts. 1.2.2 i 1.2.3 del document “I-202 Building Information Modeling Protocol” del American Institute of Architects AIA 2008).
- “Las clases y objetos IFC representan un modelo de información tanto geométrico como alfanumérico, formado por un conjunto de más de 600 clases y en continua ampliación. Todos los programas de software que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos “objetos”, con funcionalidad y propiedades.
- “Obviamente la funcionalidad no es total entre aplicaciones de software, pues cada programa puede tener su parcela propia: yo puedo leer información de un muro, pero no sus propiedades acústicas (por ejemplo). Sin embargo el sólo hecho de poder traspasar de un programa a otro un muro y sus relaciones geométricas ahorra muchísimo tiempo y es una herramienta eficaz para el desarrollo del proyecto, la entrega, la documentación as-built o la gestión del mantenimiento.”
- “Entre sus múltiples beneficios puede destacarse la comunicación entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo, que permite dar soporte a la interacción entre ellos mediante un formato estándar. De esta forma, los datos relativos al modelo constructivo son definidos solamente una vez por cada agente responsable, y son compartidos por los demás agentes intervinientes. Todo ello se consigue un aumento de la calidad, la reducción de los costes, así como una consistencia en la información en la fase de proyecto y durante el uso de las construcciones. En algunas de las primeras implementaciones prácticas de construcción llevadas a cabo hasta la fecha el ahorro en costes final se estima en un 15% del coste total, lo cual es una suma que puede incluso superar al coste del propio proyecto de ingeniería (los ahorros lo notan más no los agentes del proyecto, sino la constructora y la propiedad)”

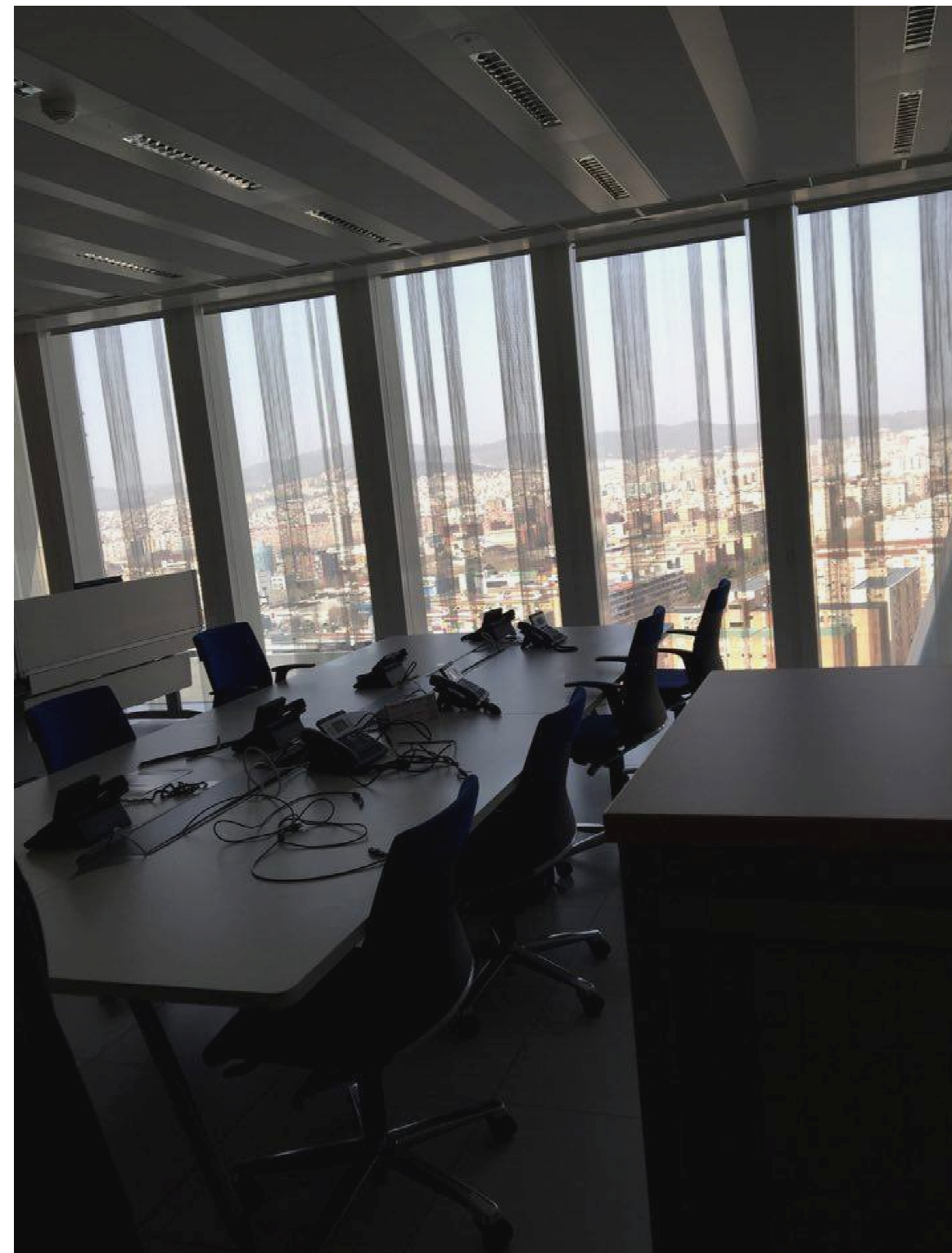
Glossari

- BEDEC(ITEC) - Banco de pliegos de condiciones,preciós, productor Comerciales y datos ambientales.
- BIM - Building information modelling.
- AIM –Asset information model
- BCA – Building and Construction Authority
- IFC – Industry Foundation classes.
- IAI – International Alliance for Interoperability.
- LOD – Level of detail.
- AIA – American institute of arquithects
- PAS – Specification information

ANNEX 1



Font propia fotografia realitzada a la sala d'actes / Planta 2 / Abril 2016



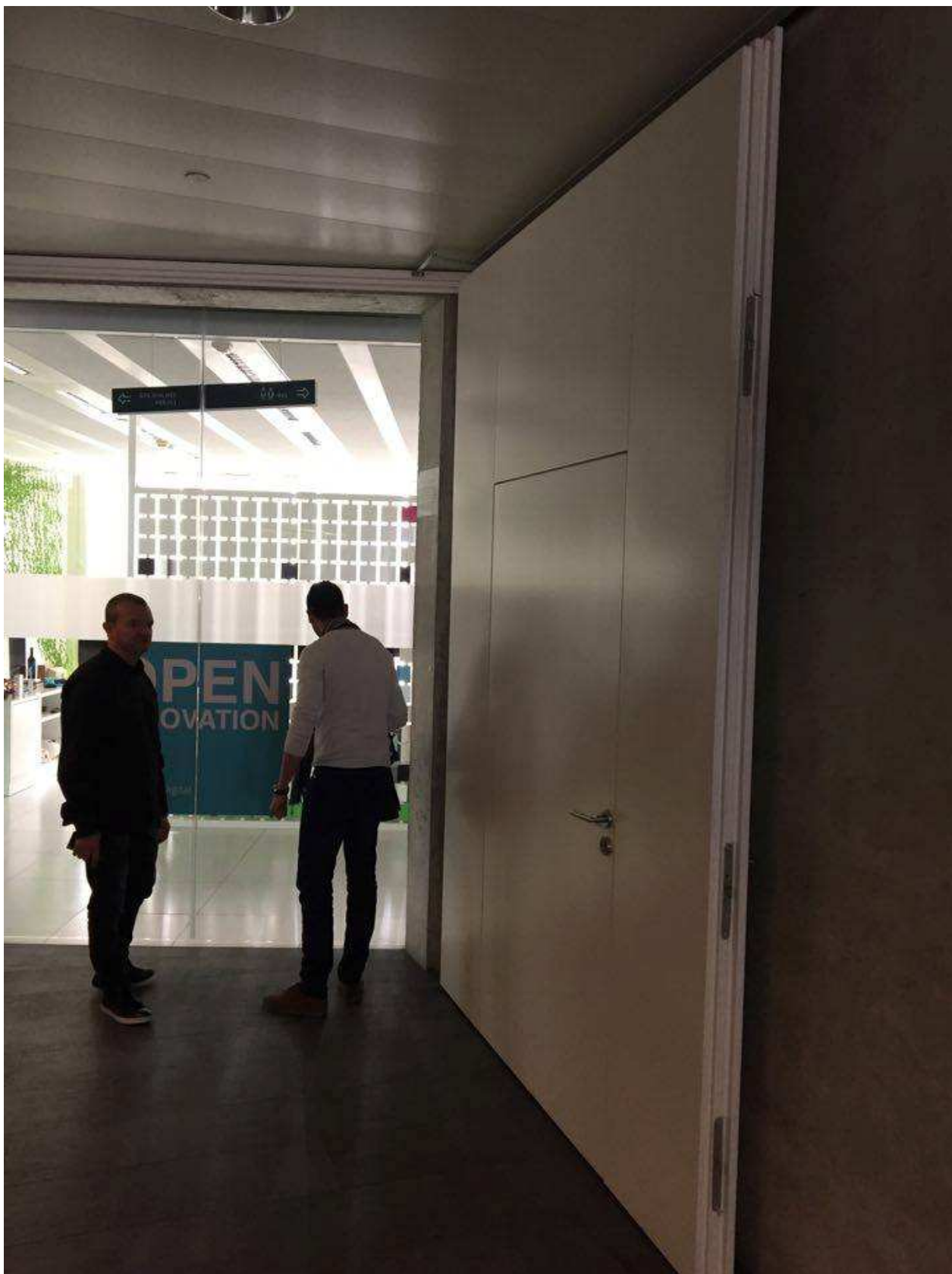
Font propia / fotografia sala atenció client/ Planta 5 / Abril 2016



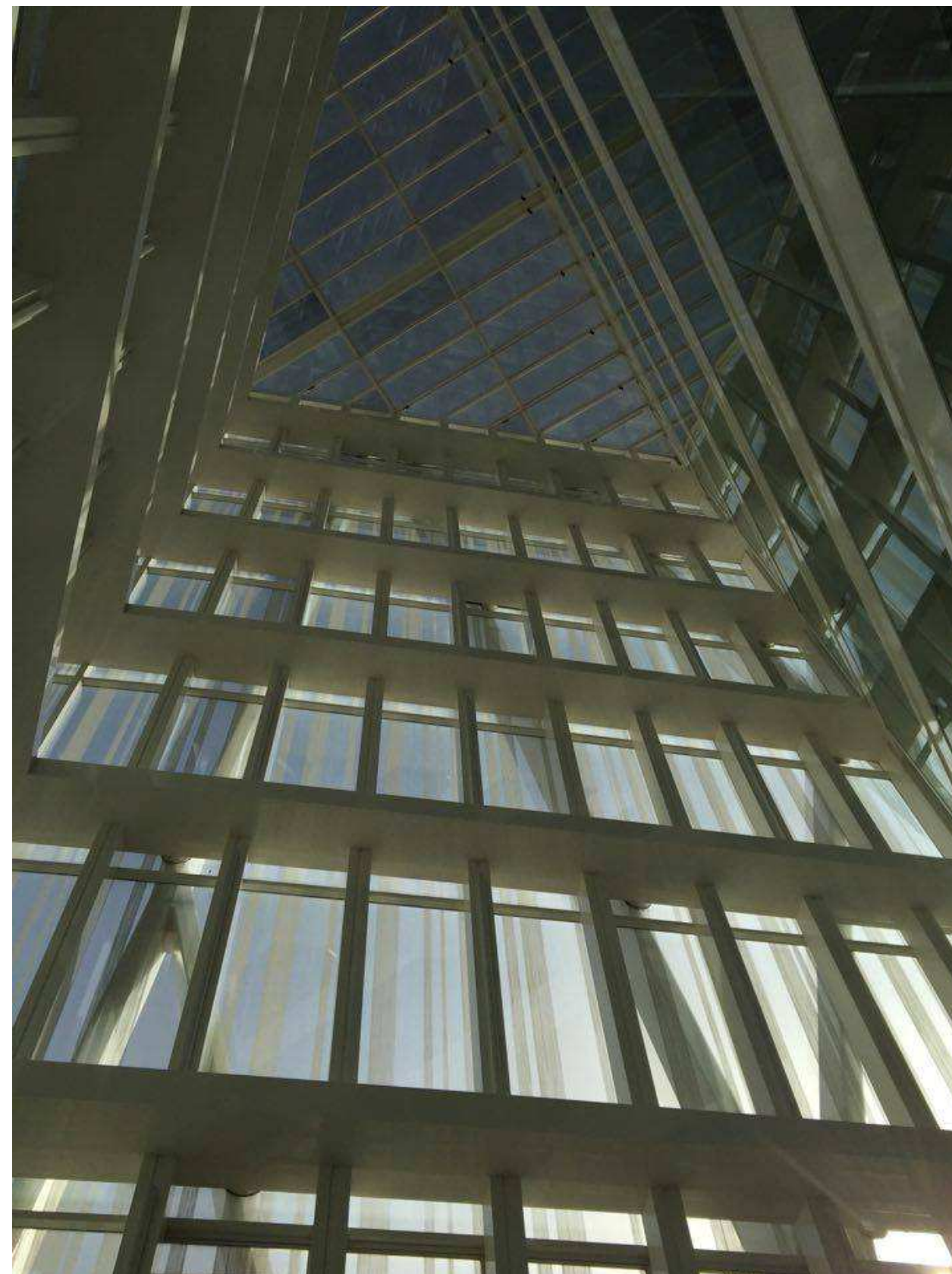
Font propia / atri PB detall vigas de pati amb pasarel·la per manteniment/ Planta 5 / Abril 2016



Font propia / fotografia detall lamas orientables/ Planta 1 / Abril 2016



Font propia / Porta RF de seguretat nucli central/ Planta Baixa / Abril 2016



Font propia / Atri Planta 19 fins coberta/ Planta 19/ Abril 2016



Font propia / Tarjeta d'accés a la torre / Abril 2016



Font propia / Detall vinil serigrafiat a cristalleria/ Abril 2016



Font propia / Reunió amb EMBA & BOSCH arquitectes / Abril 2016



Font propia / Presa de dades al terreny/ Abril 2016



Font propia / Detall trobada exterior / Abril 2016

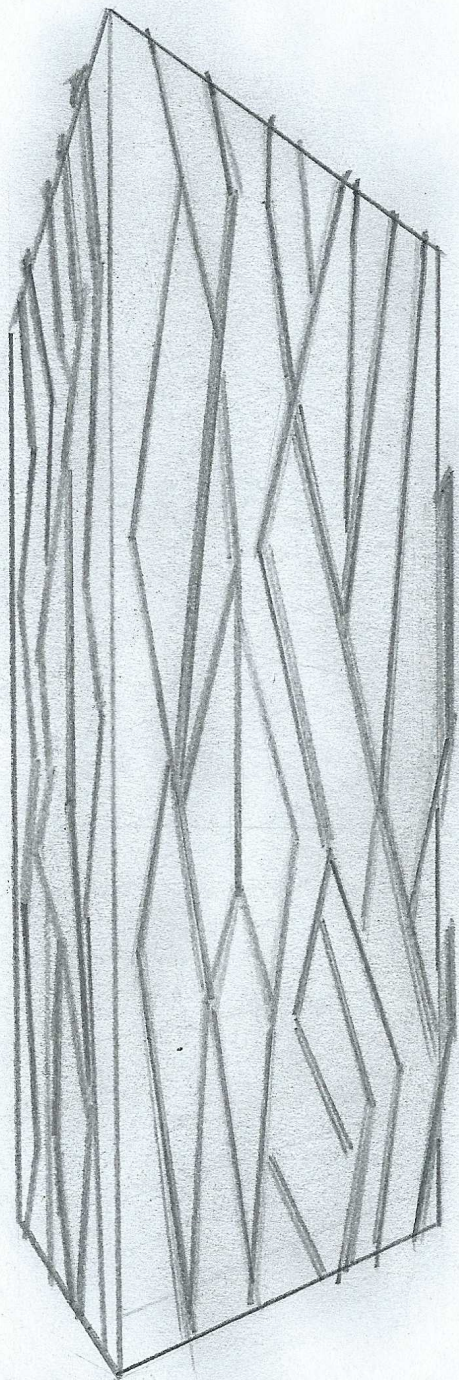
Font propia / Lamas de ventilació, ubicades a la part alta de cada atri / Abril 2016

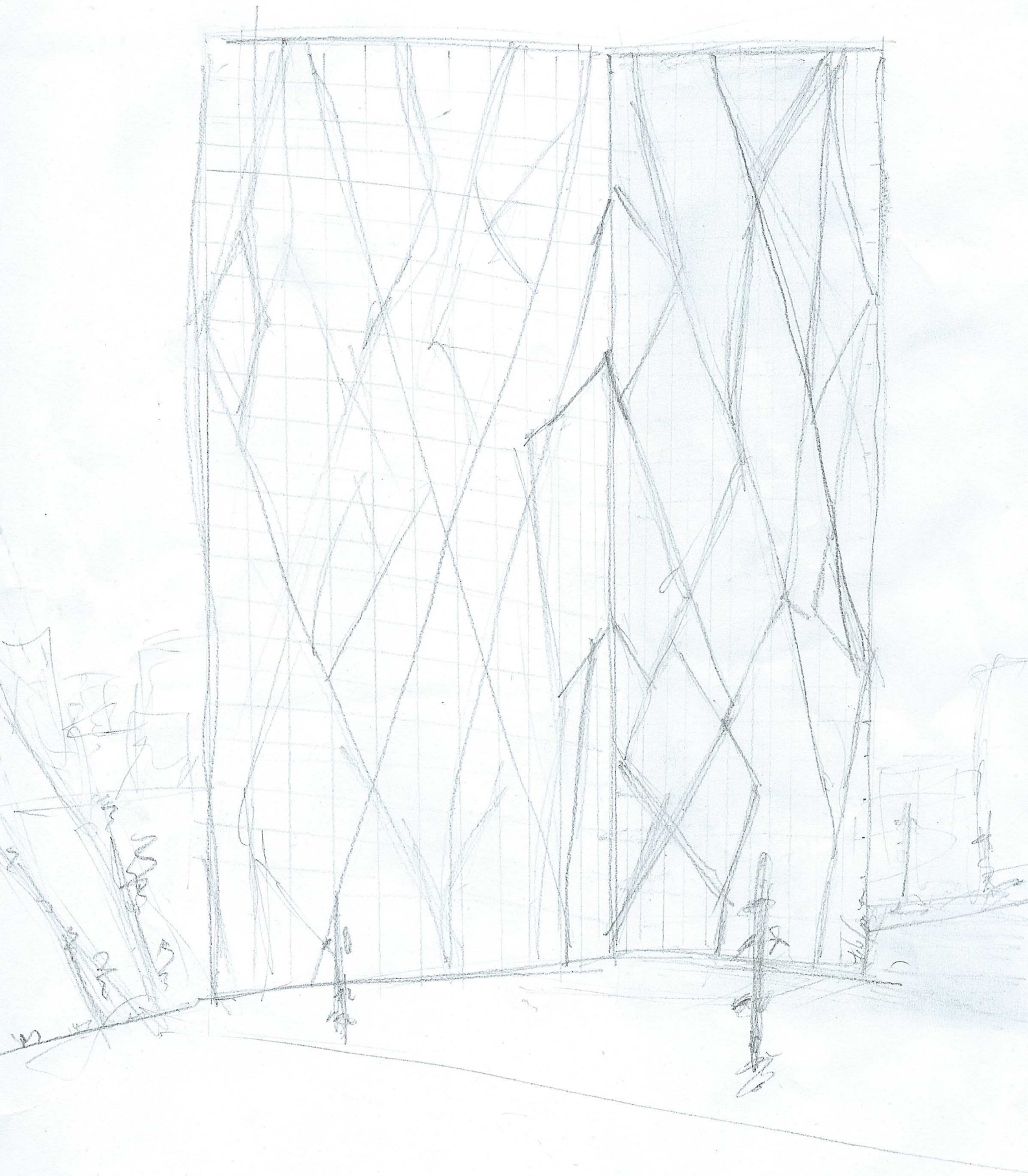


Font propia / Sortida del parking treballadors Forum per dins la torre / Abril 2016



Font propia / Presa de dades (mida estructura bambú) / Abril 2016





Chapman
146

Annex 2

SUMMARY

The aim of the present study of end of degree is to try to give an answer to the question of how BIM improves the traditional methodology with regard to the management of the information of a project during the phase of drafting. Our aim is to manage and shape the information of a project of which we have all the information.

To bring about the main objective we will come up with the following operational objectives.

Specific objective

1. To compare the traditional methodology with the BIM methodology from the theoretical point of view and general.
2. To develop with BIM the study case of a project initially developed with the traditional methodology.
3. To analyse the advantages and disadvantages of BIM and compare them with the traditional methodology during the phase of preparation of the project.

THANKS

Firstly, we want to thank the full availability and delivery of our tutor Albert Riera during these four months of toil and effort. He has been able to guide the work in a consistent and direct way without losing the main objective.

On the other hand, we want to express a great respect to the study Massip-Bosch Architects to attend our concerns as students, guide us and resolve all doubts about the execution of the building in question; as well as for providing the essential information for the elaboration of the work and understand its operation.

3. AIMS

The main aim of the present work of End of Degree is to try to answer the question of how the BIM methodology improves the traditional methodology in relation to the management of the information of a project during the drafting phase. It is to manage and shape the information of a project where all documentation is available.

In order to implement the main aim, the following operational objectives arise: 1. to compare the traditional methodology with BIM methodology from a general and theoretical point of view. 2. to develop with BIM a case study of a project initially developed with the traditional methodology. 3. to analyse the pros and cons of BIM and to compare them with the traditional methodology ones during the drafting phase of the implementation phase.

FIRST PART; THE TOWER

1. Knowing the Tower.

1.1. Introduction to the Torre Telefonica Diagonal

At the end of 2009, the city of Barcelona installs one of the last major architectural and avant-garde projects of the capital by putting in place a unique signature within the skyscrapers more sustainable and innovative in Catalonia.

From the hand of the architect Enric Massip-Bosch and the architecture study EMBA, the building Torre Telefonica Diagonal 00 rises as the large corporate headquarters of Telefonica in Catalonia, sheltering inside it up to 1,200 workers of the Group and establishing a global benchmark in centres of research and development of new multimedia technologies.

At the architectural level, the building is projected onto a trapezoidal prism-shaped base, following the linear patterns of the environment where it is located, establishing its zero point of the largest avenue of Barcelona a hallmark and unique reference to the city.

The Tower, which consists of a height of 110 metres and nearly 34,000 square meters constructed, houses the corporate offices of the international telecommunications telephone company Telefonica in Catalonia.

Organized on 24 trapezoidal levels, the building houses, in addition to corporate offices, an auditorium which holds two of its floors, an investigation centre of I+D and a reception area for visitors with an exhibition space on the ground floor. Moreover, it also has a two-storey underground parking. Under cover, the two higher plants form a double space with an open terrace where we find the meeting room of the Council.

The structure is based on the scheme of load-bearing core where there are located the vertical communications, services and facilities as well as a diaphanous plant to its around. Moreover, the current structural system is reinforced in the façade by a double bearing scheme formed by internal pillars and a network of external stiffening elements which involve a wall curtain of screenprinted glass.

The framework of a supporting character of the façade becomes denser in the areas where there is a greater load static, being denser on the lower floors and lightening while the building gains altitude.

At the same time, this projection was made under some construction guidelines based on three intrinsic values of the company, innovation, technology and sustainability.

Its commitment to the environment is developed under the architecture of sustainability where in the outside stands a wall curtain of glass covered by an external structure that rises to the top floor. The glass shade manages to give the building from a perception of transparency where the natural light flows inside, increasing the brightness and reducing the energy contribution of use of lighting.

Technologically speaking, the building can be considered “alive”. Through the use of the latest technologies in home automation and management of intelligent buildings, it gets a greater energy saving harnessing the latest advances in innovation and development without breaking the modernist design.

From an integral management system it can be visualized each space of the building, regulating the temperature of the different rooms, programming schedules of use and getting an intelligent lighting for a greater comfort and efficiency to every part of the building.

The latest technologies are hint at each facility, getting an independent air conditioning system adaptation to each space, through the use of air conditioning units, fan coils and inductors, regardless of the use that is required, a lighting system for volumetric with an independent management of each circuit for lighting, giving the option of programming by schedule the different needs of each space.

The building also consists of the latest advances in technology of lifts having twelve which are controlled from a display of state system. Five of them are equipped with the best technology in this type of machinery; the 5 meters/second of movement between plants and intelligent state-rest system reduces the waits between the twenty-four plants for use in optimal times.

La Torre Telefónica Diagonal 00 not only lets out its uniqueness to the outside, but also in the distribution of internal spaces is left to see the different areas created for a specific use. Provided with an auditorium and two amphitheatres with a capacity of 350 people, this building has one of the best areas of projection of events of the whole city. Business areas, meeting rooms, café for public use, demo, Movistar shop centre are just a few examples of what can be found inside.

The different elements that make up this mosaic of innovations and technology make this site a whole reference, reaching even in 2011 to conquer the distinct of “Best Corporate Commercial Building” with the Leaf Awards award, one of the most prestigious architecture awards.

This big investment/bet of Telefonica in this type of technology for buildings, make the brand a world benchmark in sustainability and contribution to the environment.

1.2. environment and situation

The torre Telefónica, as we have already mentioned, is popularly known as Diagonal Cero Cero, given that it is located at the beginning of the Avenida Diagonal and also indicating its beginning, where it is consolidated further this theme through its Prism shape trapezoid that indicates the direction of this important avenue of Barcelona.

Its location makes it a very visible tower, not only by its peculiar shape but also because it is placed in a close environment made up by isolated buildings, which makes you not to lose sight of it.

On the other hand, the building is located in an area of urban reform of Barcelona, the district 22@, which consists in the reform of 200 hectares for innovative projects with modern spaces for knowledge. Therefore, the tower is considered a source of knowledge, productivity, research and innovation.

It is located in a plot of 4.043,90 m², property of the city council of Barcelona and by means of an assignment of use of 50 years in favour of the Zona Franca Consortium, currently the headquarters of Telefonica in Catalonia.

Located in the district 22@ together with the group of buildings of Diagonal Mar and the Parque del Fórum.

1.2.1 Use

Historically, in the present location of the Phone Tower were located the old garages of buses of Barcelona, property of the Zona Franca Consortium. The Telefonica Tower arises from the contest promoted by the Barcelona city council in 2000 with the aim of forming the Forum of Cultures in 2004.

It has to be said that initially the building was intended to host the Grand Hotel Plaza Diagonal, which won the contest and was developed its preliminary draft. The construction company in charge of the project was Vinci Construcción in 2001, but due to the terrorist attack of September 11th in New York, it decided to reject the project due to the fall of the financial market.

In 2006 it was decided to change its use and it moved from being of private use to administrative use. This fact led to certain changes where it went from being a building of 40,000m² to a building subdivided in two parts: 14,000 m² destined to a part of the corporate building and 26,000 m² to the public administration. It is at this moment when the Tower Cero Cero would come to be part of the 22@ project and would have a lease of 50 years with a cost of 5 million euros per year.

The immediate surroundings of the Tower are formed, as it has already been mentioned before, by isolated buildings of different scales and uses that constitute a polygon still in formation.

The construction responds to all the problems this type of buildings have. The Tower has a façade of glass with a white structure over it which produces transparencies that reveal the different dynamic volumes that give answer to the different criteria of the inner program and that at the same time they relate to the different heights of the buildings of its surroundings.

The building program responds to an important public part that wants to be related with the urban flow of the area, located on the ground floor and the three top ones, with an atrium in the main lobby of 30 metres of height orientated towards Avenida Diagonal. This continuity of the glass façade and the atrium allow the tower be part of the citizen's day-to-day and also allowing the inhabitants take part in the activity of the building.

On the other hand, the building consists of a private party with an atrium on the 17th floor that reaches the coronation of the Costa del Maresme, a terrace, a double space of the council hall located on the 22nd floor and an act room made by two amphitheatres with a capacity for 350 people, which can work together or independently in smaller groups.

In addition, in the 22nd floor there is a double space where the council Chamber and the chamber of summary are placed and oriented toward the northeast, where they achieve a tenuous and indirect light during the day, making a perfect atmosphere for events. As a modern and contemporary building, it is compulsory to comply with certain energy-saving and sustainability strategies.

1.3. Construction system

1.3.1. Introduction to the construction system

Below, we will detail the specific process used for the construction of the building. For having an appropriate idea of the land, we will refer to the geotechnical map of the city of Barcelona.

In this way, we can say that the Catalan coast, among other things, is characterised by its content in silts, clays, sands and gravels. We can also say that it is not an especially cohesive land.

Initially, the construction is hosted on the two floors below the ground level, due to its great proximity to the coast, the water level is found in an altitude of 2 to 2.50 meters approximately, so that architect and builder can decide to use the same system used in the adjacent buildings, as it is the case of the complex of the Diagonal Mar Shopping Centre which we will see in the next section.

1.3.2. well Point

In order to solve the problem of ground water and to move forward with the project, it was decided to use the constructive process of well points. (3)

The process of well points (3), is a pumping system generating the vacuum, which serves to control the descent of ground water. It is a system with a great efficiency for excavations the dimensions of which is located below the water table, as it is the case of the analysed building.

It is produced a suction of water through the vacuum creating numerous catchment points scattered around the lot to build, that suck water from the ground at a speed which depends exclusively on the permeability of the soil and controlling the moisture of itself.

The catchment points include a few lanced that vary from 2.5 to 6 metres, separated between 1 and 1.5 metres in parallel around the excavation trench.

Once all the installation is done, the water is sucked to eliminate the ground water level and to be able to work on a completely dry land, allowing a suitable concreting of the foundation. One of the problems of this constructive process is the height of suction. If it is required a very high depth, stepping would have to be done to achieve a good result.

From a starting point, the constructive process was proposed in two enclosed phases: firstly, the construction of the main structure and the foundations of the same; core, facades and floors. And secondly, the assembly of the external structure (network of bamboo)

1.3.3. Foundation

The company responsible for this stage of the project was Terratest Comentaciones, S. L. as mentioned previously; the building is composed by an inner core and a load-bearing perimeter wall display.

The core foundation was carried out through walls screen of 50 metres deep and 1.2 metres thick, with anchors and piles at its end and to withstand the exterior structure of walls displays of 30m. Once the walls screen were done, the phase two was preceded which it consisted in reaching the floor below ground level.

As it was dug, screens were held up to the corresponding level and were ended with more than 200 piles of 25 metres of depth.

Despite the search carried out in this field we have not found of what kind of pilots are treated, but we certainly believe that the architect chose the piles of CPI-4 or CPI-5 type. Although one is of lost shirt and the other

recoverable, both work well with the ground water resting in tip on the hard stratum of land and that they can be built up to depths of 30 metres. We believe that the most successful type of pile would be the CPI-5 since it would accomplish all the requirements of the project.

This type of piles is done as piles of displacement by “piling” and it is not needed the extraction of lands and by impact of mace in free-fall to the rejection of the pile.

The gravel cap is previously inserted into the tube and compressed with force until getting a plug of at least 3 times in diameter. The blow in the cap is what will allow us to reach the desired depth. Once arrived to the depth needed, we move on to the placement of the armour and the concreting begins. The lands’ vibrations are achieved due to the blows produced by the cap, allowing the reduction of the gaps and improving the ground that the pile covers. Apart from this, it may be cheaper since the non-extraction of land prevents the transportation of the same. Taking into account that is of lost shirt it may be more expensive but at the same time it will protect the concrete from chlorides, tides and other agents that may cause damage to the foundation.

1.3.4. Inner core

The structural scheme, the base of the building is called tube in tube. The core or the inner tube is the backbone of the building, subjected to study and presenting as a fundamental characteristic the great difference between bearing capacity in relation to flex between the two main directions. Thus, in the longitudinal direction, the system is incredibly effective, not only by submitting a great inner arm forces but also because it gives the wind very small dimensions, considering its tapered profile with optimal aerodynamics.

On the other hand, in the transverse direction of the wind where they are much greater, the aerodynamic profile is less favourable and the internal arm force is smaller, but, above all, is much more unfortunate since the access’ openings to the different facilities and the accesses to all the floors affect to the fully resistant standards’ areas, which influences significantly in the structural behaviour of the piece.

This forces to use concretes of high strength (in this case the concrete reinforced HA-50) , to above local thickness which force to place powerful structures in these areas in order to obtain the minimum capabilities required in terms of resistance and deformation. Including that the concrete that made up this inner core and that it was made with a finished seen, provides, aesthetically speaking, an effect of warmth to the workspace because the colour and tonality that this brings. This finish, architecturally speaking, was very important in the philosophy of its projection because this finish intends to give the air of nature in the building with very homogeneous open spaces and with finishes really superficial in terms of beauty. The shape of this inner core is almost “*homotetica*” with the outer perimeter of the building floor and in this one are placed the communication of stairs, the lifts and the most important installations of the building.

Nucleus and formwork

This nucleus gives support to each of the plants and resists the efforts of compression that the building may suffer. We say ‘support’ because it is not 100% responsible since the outer structure shares these efforts of compression with the core. The forging of plants are made based on prestressed reinforced concrete slabs. It should be noted that the shape of the Tower determines very variable cross lights between the core and the façade with a minimum of 8 metres in the parallel areas to the long sides and a maximum of 16 metres in the areas that are at both sides, apart from the longitudinal vertices of the inner core. This prestressed in slabs is necessary to control its thickness as well as the weight and cost of it.

Likewise, they have elastically embedded in the inner core of reinforced concrete and articulated when they support in the interior façade of metallic vertical supports.

The structural system described above is further complicated due to the existence of the atriums, both the bottom which results in a free height of 30 metres and the superior on the 17th floor. The core has a static non-linear behaviour, i.e., its centre of gravity moves regarding the centre of gravity of a pure prism.

In these spaces, the façades lose the bracing provided by the forged, resulting in very high lengths of buckling of the interior brackets that would have required disproportionate sections.

To avoid this phenomenon and keep the lengths of buckling corresponding to a height of floor, they were designed some mixed beams (beams of yard) of high rigidity in the horizontal plane capable of providing a similar horizontal bracing to the forged ones. These beams absorb the horizontal actions and they transmit them to the adjacent areas of forged massif.

With regard to interior distributions in relation to the form of the structure, we can define it as a fully efficient scheme; its distribution has to be changed regularly and in not foreseeable configurations.

This constructive system improves significantly the situation of the building in extreme situations, such as an earthquake.

1.3.5. Façade

The façade is the other element that makes up the tube system mentioned before. The construction system in the entire façade is made by large modular panels, similar to the curtain wall system. The modular panels are formed by two glass separated by an air chamber, the vertical and horizontal profiles are made of steel woodworking of Schüco type joined with structural silicone, both in the vertical and horizontal joints, creating the constructive system established in the study. Therefore, according to its manufacturing system, we speak about the Unitized system combined with structural silicone since that all the modular panels are pre-mounted on factory and between them, they are merged with structural silicone.

The façade components are as follows:

- Profiles mullions and transoms
- Glass with air chamber
- Anchor in forged
- Structural silicone sealant
- metal parts “bamboo”

The modular façades have several advantages over the façades with small parts or amorphous; they are the following:

- The installation time is faster. This is why work deadlines could be better served without depending in climatic conditions.
- Less space necessary to stockpile in the work.
- Higher quality in the finish.
- Wide range of system products offering flexibility.

The assembly of façades using the system of modular elements, it facilities the placement and the speed in their placement, since, unlike other systems, this has the mullions and transoms integrated in the panel.

The extensive trials of the systems made by recognized institutes provide more security during the planning.

We can say that, in this type of construction as in all the other, it seeks compatibility between the **structure and the envelope. The structure should support:**

- **Differential settlements of the foundation**
- **Structural shortening due to the compression.**
- **Vertical and horizontal deformations caused by the wind and buckling.**
- **Higrotermics deformations of temperature and humidity.**

On the other hand, the closing should be capable of supporting:

- **Mechanical deformations of pressure and the suction of the wind.**
- **Higrotermics deformations the same as in the structure.**

The internal structure of the façade is formed by profiles of very slender section and a distance of 135cm between them. The profiles are HEB 160 of 16x32cm at the bottom of the building and 16x16cm at the top of the building because it is no longer necessary too much measuring.

The HEB 160 profiles contain a layer of primer and a projection of rock wool to prevent the spread of fire in case of fire. As a final finish of these pillars, it would be needed to put two plates in U form, thus closing the pillar.

The outer façade structure is called “bamboo type” inspired by the architect. In the peculiarity of the structure we find the steel framework which gives it an imposing look to our building, which from our point of view is the most interesting, the architect, rather than building a simple structure as any other residential building, has managed to divide the applicant’s calculation of the building in parts. I.e., the compression and the structural stability are taken by the core. The compression “perimeter” is in charge of the rectangular profiles and the bending moments, torsion and other compound bending are acquired by the external network.

These steel profiles are about 68x24 cm in section stationed strategically.

During the installation of the Schüco, the modular elements of woodwork and the constructive process allowed us to see certain important aspects which were not seek previously. It can be seen 4 panels of in white with a circumference inside. Here is where you can connect external profiles and at the same time connect with the concrete slab of each plant through a post-tensioning.

These are the different points of connection joined with the slab of concrete phase III (welcome box), connecting with the structural grid that are specifically for all the building previously calculated. Both the outer structure and the interior of the building’s façade were manufactured in the workshop and assembled on-site, industrializing how to perform the front edge for the construction process.

The measurement of the project is as follows (magazine data):

- **997 TN-pillar internal structure**
- **423 patio beams TN**
- **822TN external structure**
- **Struts and anchors 123 TN**
- **Total 2,365 TN**

1.3.6. Finishes

Inside, the most of plants are very bright and open spaces due to the need for mobility. The most viable solution is the realization of the inner divisions and ceilings-based (plasterboard SOZZI) laminated plaster boards. The white of the vestments provide an increase in luminosity, the outer façade allows the passage of light and the white colour reflects the sun’s rays. Due to the functionality of the building and the forecast to accommodate a large number of people, all the ceilings are soundproofed; avoiding the sound of possible conventions may alter the pace of work of the office.

Another representative aspect in terms of finish is the use of external longitudinal vinyl that frames all the glass that makes up facade. It is an element that calls a lot of attention, simply because a simple vinyl prevents that sun rays come directly and allows significant energy savings. On the other hand, nowadays any architect seeks in his works a differentiating aspect of the rest of the buildings; his building needs to be seen different and unique. The white colour of the vinyl has the ability to absorb the colour whichever the environmental circumstance it is, i.e. that on a cloudy day the Zero Zero Tower will have a grayish color and on twilight it will acquire a reddish colour.

Finished measurements:

- 2500 tons of rolled steel
- 16,000 m2 of screenprinted glass.
- 880 t of Steel “bamboo” structure
- 18,000 m2 of floor
- 25,000 m2 of soundproof ceilings
- 13,000 m2 of fireproof rock wool.

1.3.7. Woodwork

In addition to its attractive framework of profiles, joinery used in the Tower takes a fundamental importance. First, it must avoid the transmission of heat by means of thermal break. Among other benefits it provides significant energy savings and fends off the condensation produced by the shock of the environment with the indoor environment.

It was chosen the modular peripheral of White aluminium and silkscreened glass curtain wall, specifically the Schüco House carpentry kyline S65 (specifications in annex2)

In the functional area of carpentry and especially the glass itself, there is one simple aspect, but that it has drawn us much attention. It is the screenprinted included in colour white, as we have quoted in the previous section. Unlike the Black, the white colour is characterized by absorbing less energy as well as preventing sun rays own influence inside. This finish creates an optical effect providing different Visual sensations according to the time of day and the season of the year, depending on the colour of the sky; the building will be one colour or another.

Regarding it is a wider glass and with camera, it works as a ventilated façade which allows the air circulation inside.

The S65 Schüco has several advantages over the different frames on the market:

- Views of constant wide throughout the tour, up to 65 mm

- High stability of the modules using hollow profiles and mitred fabrication.
- Excellent tightness thanks to the air Chamber.
- very good constructive features, confirmed by independent testing
- Value U_f up to 1.75 W / m²K
- E-connect: interface for the connection of electrical components, regardless of the system, including the hidden, secure and efficient placement of electrical cables inside the module.

1.3.8. The roof

The roof which forms the studied building is passable inverted flat with raised access floor raised by self-levelling plots. The inverted roof presents the following advantages over the traditional roofs:

- Protection of the waterproofing sheet from mechanical aggressions and degradation caused by ultraviolet rays.
- Elimination of condensation in the insulation
- Greater separation between the expansion joints, and thus better protected to weather agents
- Easier maintenance.

This location of the insulating layer provides the following effects:

- Reduction of thermal shock on the waterproofing membrane.
- Decrease of extreme temperatures over the underlayment, avoiding any cracks or breaks in it.
- Speed of execution, since possible placement under conditions adverse.
- Performance of the waterproofing membrane as a vapour barrier. Therefore, the inverted roof system virtually eliminates any risk of condensation interstitial since membrane vapour keep warm and well above the dew point.
- Less impact on the workforce.
- Uniform thickness throughout the layer insulation chosen to our building, extruded polystyrene insulation and admits a deformation of 2% within a period of up to 50 years. The way to solve the pavement of the walkable roof of our building has been placing a floating or technical ground which consists of slabs raised on self-levelling plots. This floor will have a compressive strength ≥ 200 kPa (20.000 kg / m²).

The inverted walkable roof is formed by a layer of mortar slope above the slab; each 20-25 m² contains a mastic of dilations of 2 cm thick extruded polystyrene, which serves to absorb the expansion of the mortar. The mastic contains two Hollow bricks of 28x14x9cm, one on each side in order to maintain the vertical stability of this.

This layer of slope is placed on the waterproofing sheet, asphalt, which prevents water from entering the building. It is placed a protective geotextile antipunxaments of 48 gr / m² at the top and bottom from asphalt to minimize scratches or other mechanical damage that could impair the waterproof sheet.

At the junction of the mastic asphalt layer it is applied silicone seal so the mastic extruded polystyrene is protected. Subsequently the insulation is placed; in this case it will be 6 cm thick high density extruded polystyrene.

On the insulation shall be the plots self-levelling, placing them at every meeting between 4 parts that make up finish of passable pavement cover which will be precast stone type and that will be on the aforementioned self-levelling plots.

SECOND PART. THE BIM.

1. introduction to BIM

1.1. the BIM to great features

BIM: acronym for Building Information Modeling.

In recent years, we often hear about BIM in our sector of architecture and construction, but after commenting it with several people and companions, each of them gives us a vision of this, from a type of software, a buildings 3D rendering engine, a platform that manages different types of data on a building , etc.

From our point of view, we can mention that all of the previous answers have its acceptable part, but we can extend these concepts by saying that a BIM model is the virtual equivalent of the building components and parts that are used to construct the building. These items are all characteristics of real components. These intelligent elements are the prototype digital of the physical elements of the building, such as walls, pillars, windows, doors, stairs, etc. that allow us to simulate the building and understand their behaviour in a virtual environment before starting its actual construction.

Therefore, as a final clarification in this section we mention that there are programs that can also assist in the generation of models of buildings but it is oriented to obtain graphical representations (renders). Not all programs in which a building is modelled are BIM applications. In general, they are not those containing three-dimensional objects but not the ability to contain non-parametric behavior attributes. In these programs, if you modify any element of the model in any of the representations that are extracted from these, the virtual building is not updated as opposed to the BIM applications.

1.2. history

We found several points of view about the origin of this concept: the pioneer enterprise in the application of the BIM concept was the Hungarian company Graphisoft, which established it under the name of Virtual Building (building Virtual) since 1987 on his program ArchiCAD, recognized as the first CAD software for personal computer which is able to create both 2D and 3D drawings. Autodesk began to use the BIM concept since 2002 when it bought the company Revit Technology Corporation for 133 million dollars while others postulate that it was Professor Charles M. Eastman, the Georgia Tech Institute of Technology, the first to disseminate the concept of information model of building, as a synonym for BIM, in early 1970s in numerous books and scholarly articles.

However, it seems to be a generalized consensus about that Jerry Laiserin was who popularized it as a common term for the digital representation of processes of construction, with the aim of exchanging and Interoperability information in digital format. Currently this new technological philosophy includes a variety of vendors such as Autodesk, AceCad StruCad Software, Sigma Design, Graphisoft, ACCA Software, Bentley Systems, Tekla, CADDetails and Nemetschek among others.

On the other hand, the concept of BIM in the area of architecture and construction presents several options regarding platforms and software for the implementation of the same.

Other sources of information catalogue the creation of the first version in 1978 in hands of SigmaGraphics, developed by Sigma Design International, of Alexandria, Louisiana, (ARRIS CAD in 1984).

BIM encompasses different aspects, geometric, environment-space, geographical, quantitative, qualitative etc. This can be used for the realization of a whole process of construction from the design phase to the phase of demolition or end-of-life of the building, as well as a maintenance process.

BIM software is able to achieve these improvements by means of representations of parts and components that are being used in the construction of a building. The virtual representation based on objects with specific characteristics is a substantial change in the traditional elaboration based on vector representation.

In addition to the historical information provided previously, here a timeline obtained in the source that we can see on the bottom.

1.3. definition

(5) Building Information Modeling, BIM, is the process of programming, creating, building and managing data from the beginning of a project (collaborative) through the use of technologies based on a 3D digital model linked to a database that covers the entire lifecycle of a building or infrastructure

BIM incorporates physical, environmental, commercial, functional and each of its elements, parts and systems.

We can mention that in the conventional construction process, we pay more for construction of projects with a budget established a priori since there are not a 100% reliability of the project regarding the execution and, as we all know, mishap always arise in situ. With the BIM system these costs would be reduced significantly, so we have a virtual model; a real one.

1.4. objectives, features and functionality.

In this section we will explain the functionality and objectives of BIM in a simplified way and we will detail throughout this second part of the work.

Functional characteristics:

- 3D visualization

Virtual analysis of the building in a direct way, helping the same projection.

- Change management

Taking into account that the data comprising the project is stored in a central server, modification of the design of the building will be automatically replicated in each view, helping the creation of documentation more quickly and ensuring automatic and efficient coordination.

- Building simulation.

Models BIM apart from containing architectural data they also contain internal information of the building, including all engineering data such as charging structures, all ducts and piping systems and even

information on sustainability, allowing us to carry out simulations of the features of the building to its actual construction.

- Data management

BIM contains information which is not represented in plans .I.e., information concerning coordination and numerical planning of the time of execution of the project, labour required, inter alia as the costs allowing us to quantify the project budget and divide it in stages of completion or establishe in the aforementioned planning.

- Operations of the building.

The information that BIM provides is really useful during the design and construction phases, but at the same time during the entire life of the building, helping to reduce their cost of operation and maintenance, which are usually higher than the construction itself.

Then, and in relation to the objectives and functionality of the BIM, we show that, according to bimacademy (* see bibliography), we call the 10 dimensions of BIM.

- 1 D. COLLABORATIVE PROJECT. LAWS, HIRING. Mandatory use of BIM in public works, the situation in Catalonia, Spain, Europe and the world. Changes in models of recruitment and new requirements.
- 2D. FLOWS OF LABOUR and BIP-BIM implemented PLA. Procedures and organizational changes involving the BIM in different levels of work. Obtaining data for a BIM model and through a BIM model. The formats.IFC and federated models of formats, single, etc... Deployment options to determine the best decision in terms of economic parameters, working and functionality.
- 3D. THE 3D MODEL AND THE "AND" OF INFORMATION. Strategies for implementation of BIM in a professional environment. Existing software, related platforms, services, hardware support. Determination of permissions, approvals, acceptances, certifications on the new map of workflows to manage a project.
- 4 D. PLANNING of the construction and review medical of the COLLISIONS which slows it down. Introduction of the dimension of time in the planning of a construction project. Specific software for temporary planning, its constructability and aid for the detection of interference and inconsistencies.
- 5 D. MEASUREMENTS, BUDGETS. Current capabilities for obtaining the budgets of the real measure of a work. Existing software softwares and interoperation between the BIM model and software budgets.
- 6 D. ENERGY, EFFICIENCY, SUSTAINABILITY, SAFETY AND HEALTH. To link a BIM model with the integration of environmental parameters. Bonding of a BIM model with the introduction of its safety and health plan.
- 7 D. MANAGEMENT OF infrastructure and asset management real estate, FACILITY and ASSET MANAGEMENT the real beneficiary of a BIM model and its use in management during the useful life of the infrastructure and construction.
- 8 D. AS BUILD REAL, levels of detail LOD workflows to achieve a real As Built of built assets. Information requirements and the consequent levels of detail and scale of work to get it. Innovative tools to make surveys: laser scans, drones, augmented reality.

- 9 D. LEAN CONSTRUCTION work methodology employed for the effective realization of the BIM process within a structure of production in the sector of the construction and the exploitation of its digitization.
- 10 D. INDUSTRIALIZED CONSTRUCTIONS. Current obstacles to the productivity of the construction sector. The use of philosophy Lean in a BIM environment seeks the improvement of productivity in each of the phases of the life cycle of a construction: the part of the design, the implementation and the subsequent management of the infrastructure or equipment. Why is industrialized construction the goal.



Diagonal 00

Torre Telefònica Diagonal Zero Zero,
una immensa pantalla de vidre blanc

Josep Olivé

informatiu@apabcn.cat



Encara que oficialment no es considera aquesta torre un gratacel, és evidentment que les seves proporcions són les d'un edifici alt, amb tot el que això implica a nivell estructural, constructiu, estètic, funcional i de presència en la ciutat. La forma romboide de la planta i la forma d'emplaçar-se en el lloc –a l'inici de l'avinguda Diagonal– fan que des de molts punts de vista sembli encara més esvelt del que és. Només des de la perpendicular al costat més llarg i des de lluny, pot apreciar-se el prisma en tota la seva dimensió, moment en el qual deixa de semblar una torre per convertir-se en una immensa pantalla de vidre blanc. Però en apartar-se d'aquest punt de seguida tornen a visualitzar-se unes proporcions molt verticals atesa l'habilitat dels projectistes en crear una geometria d'arestes punxegudes que n'oculten el volum.

L'esquema estructural respon a un dels tipus més emprats en edificis en alçada: nucli rígid de formigó i estructura en façana portant i col·laborant en l'estabilitat a esforços horitzontals. Les particularitats respecte a la tipologia

són tres: La primera és que no hi ha pilars intermedis entre la l'envolupant i el nucli, restant totes les plantes lliures d'elements estructurals i, per tant, absolutament diàfanes.

L'absència de pilars intermedis és un gran avantatge a nivell funcional, que no obstant, ha significat certes dificultats estructurals, com després veurem. També comentarem la segona característica, no ja estructural sinó general de l'edifici: els buits que el prisma amaga a dintre. Aquests buits, quant a l'estabilitat també presentaren importants dificultats, sobretot a l'hora de fer treballar els forjats com a elements d'absorció dels esforços horitzontals.

Finalment, la tercera característica especial és que els elements rigiditzadors dels plans verticals no tenen una geometria regular sinó unes formes abstractes i arbitràries, amb uns traçats inclinats, per davant del pla dels pilars verticals. En no tenir el seu traçat una correlació directa amb els esforços a suportar, el seu treball és menys eficient que el d'una triangulació usual, sobretot per la seva irregularitat en el contacte amb l'estructura vertical. A nivell formal no s'entén massa el coronament superior d'aquesta estructura en diagonal, que sembla com si volgués prolongar-se encara més amunt, com si estigués inacabada. S'ha de dir però, que aquesta geometria que els autors han anomenat bambú, és la que dona la personalitat exterior a l'edifici, fins al punt que s'ha pres com a motiu per a la identificació corporativa i s'ha usat en alguns motius de la decoració interior.

FITXA TÈCNICA

Nom de l'obra:

Torre Telefònica Diagonal Zerozero

Emplaçament:

Plaça Ernest Lluch, 5, Barcelona

Promotor:

Consorci de La Zona Franca de Barcelona

Autors del projecte:

Emba, Enric Massip, arquitecte

Directors d'execució d l'obra:

Xavier Aumedes i Cesc de Haro, arquitectes tècnics

Coordinadora de seguretat i salut:

Marta Serra

Constructors:

Dragados, Terratest, G&O, Fcc, Sogesa, Thyssen

Caps d'obra:

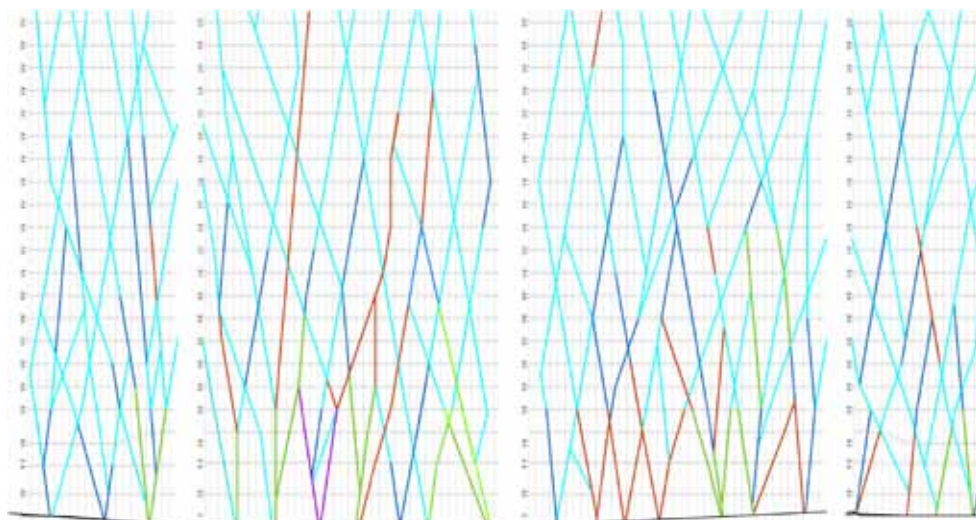
Josep M. Llorens, Felipe de Rus, Marc Delgado, Paco Durá, Sebastià Vidal, David Ramos

Dates: 2007-2010

La direcció d'execució de la Torre Diagonal Zero Zero va guanyar el Premi Catalunya Construcció 2012 que organitza el CAATEB.



*Des de la perpendicular
al costat més llarg
deixa de semblar una
torre per convertir-se en
una immensa pantalla
de vidre blanc*



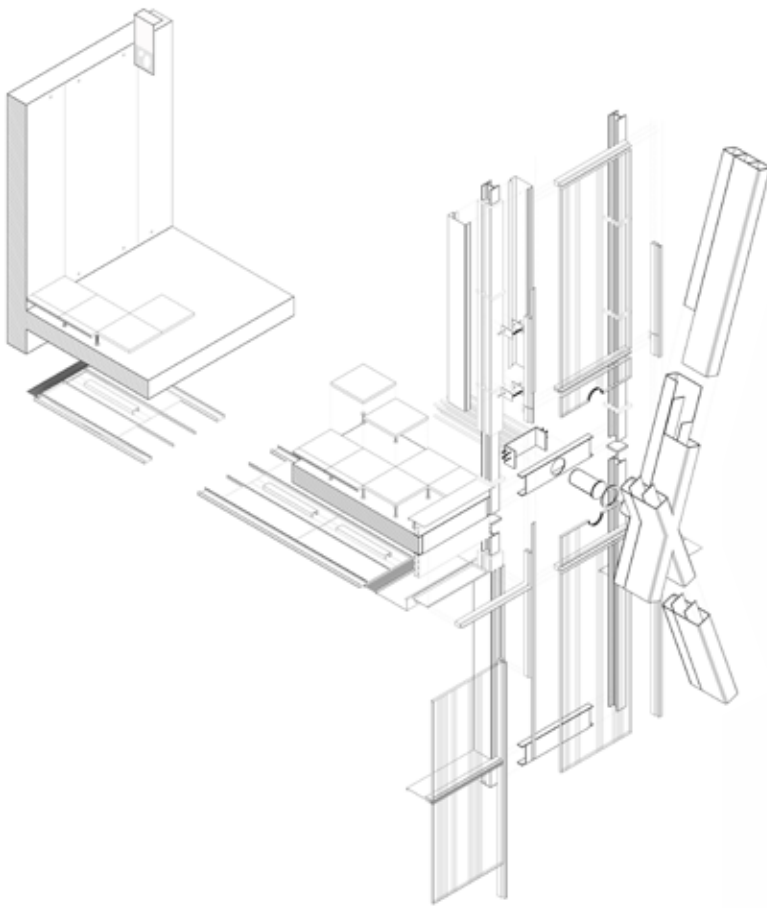
■ El vidre de façana i els recursos compositius

L'altre protagonista, encara que més subtil, de l'aspecte exterior i de la personalitat de l'edifici és el vidre de les façanes. He dit que és subtil perquè quan l'observes veus un efecte especial que et crida l'atenció, però en un primer moment no saps què és. Seguidament te n'adones de què és un edifici molt blanc, d'un blanc molt pur, més blanc del normal. El primer que es pensa és que és a causa dels serigrafiats, que en són de blancs, però no és suficient si es compara amb altres façanes serigrafiades. Quan t'ho expliquen, ho entens: els vidres són un dels materials més especials de l'edifici. Són blancs o, més ben dit, completament transparents, sense el to verdós o grisós que tenen la majoria de vidres. Aquest fet, juntament amb els serigrafiats, que els fan vibrar visualment, és el que dona la blancor tan especial a la façana. Però aquesta no és l'única característica extraordinària del vidre sinó que, malgrat la seva transparència, té un factor solar del 39%, quan un vidre normal el té del 87% i, per altra banda, la transmitància tèrmica del conjunt del mur cortina és de $1,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$, molt inferior a la dels vidres amb cambra usuals. És un vidre que s'anomena de baixa emissivitat selectiva desenvolupat per l'empresa Ariño.

■ Els accessos de l'edifici

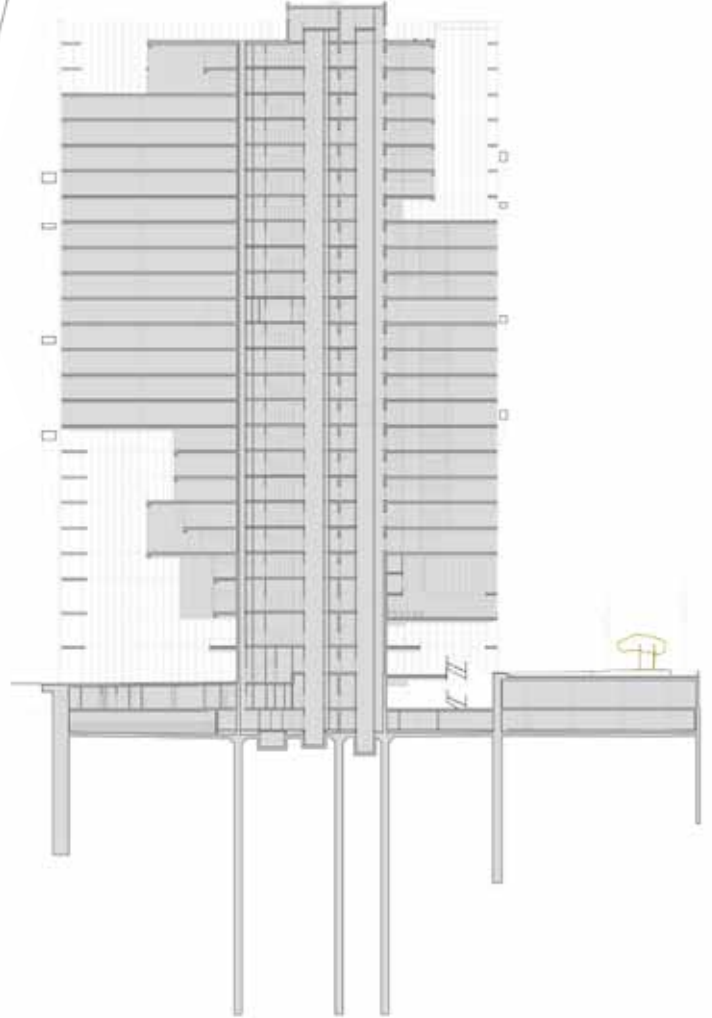
L'estructura irregular, el bambú, és l'única concessió formal que s'ha permès en l'exterior de l'edifici, la resta és molt cartesiana i minimal. Fins i tot en els accessos, s'ha optat per la solució de no fer-los evidents sinó continuar amb la mateixa geometria del prisma.

Hi ha tres recursos compositius que són els més emprats per resoldre correctament l'entrada a una torre prismàtica sense posar en contradicció l'enorme proporció vertical de l'edifici amb l'escala humana de la funció d'accedir-hi. La primera, usada en el llenguatge acadèmic, és la de dividir el volum en les tres parts de l'ordre clàssic: base, tronc i acabat, i compondre l'entrada dins de la part inferior de la base o sòcol, gràcies a un subordre intern en el que l'escala es redueix enormement. Aquest recurs és el que fan servir tots els gratacels fins als anys 20, -com, per exemple, un dels més



famosos, el Flatiron (Fuller building, de D.H. Burnham & Co. 1902) de Nova York- si bé es segueix utilitzant en l'actualitat. Sense anar més lluny, en l'edifici que té enfront el Zero-Zero, l'hotel Princess, es fa servir aquest mateix recurs.

Els altres dos sistemes compositius venen amb l'Arquitectura Moderna. Un és el de dissimular l'entrada, amb el resultat d'un prisma pur que es desenvolupa en tota l'alçada, sense expressions funcionals. Exemple molt clar d'aquesta opció, encara que no es va construir, és el conegut projecte de gratacels de la Friedrichstrasse, a Berlín (L. Mies van der Rohe, 1912). Finalment, el tercer tipus es basa en separar el prisma del terra per un porxo en el qual s'inserirà la pròpia entrada, en una composició

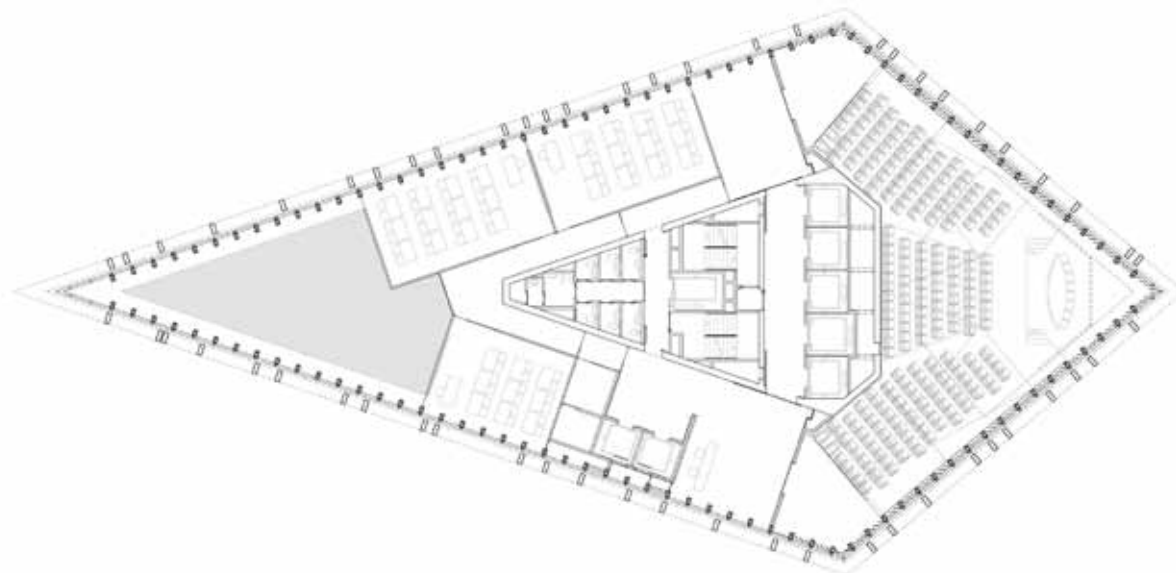


independent de la del volum general. El mateix Mies van der Rohe en té un exemple molt clar en el Seagram Building (amb Philip Johnson, 1954-58) també a Nova York on, curiosament, reprèn molt subtilment l'esquema clàssic, ja que les darreres plantes de l'edifici tenen un tractament diferenciat de les obertures que l'assimilen a un remat de l'edifici.

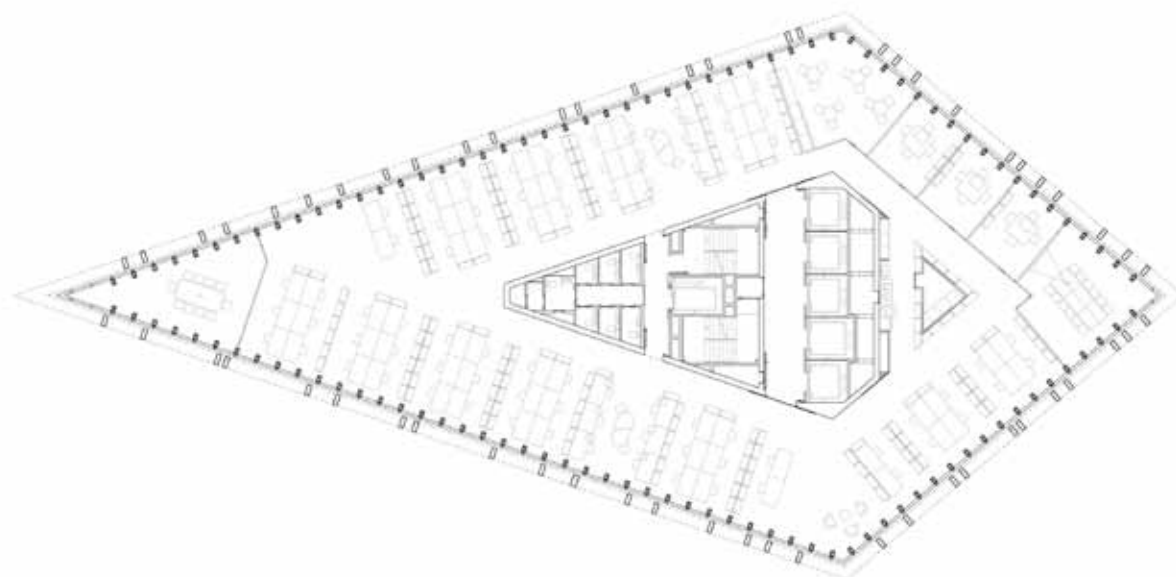
El de Telefónica s'assembla més a la segona tipologia, en la qual el prisma és un de sol des de l'arrencada fins a l'acabat, i per tant les entrades no tenen cap importància, són la mínima expressió, inevitable, a l'escala de l'home. En aquest cas l'inesperat, els grans espais, te'ls trobes per sorpresa quan passes a l'interior. Com ja he dit al principi, el prisma pur exterior no es correspon a l'interior, amb sostres complets i regulars per a cada pis, sinó que s'han "buidat" diversos espais en moltes de les plantes segons l'ús, la situació, o la voluntat d'emfatitzar llocs per part de l'arquitecte. Els destins finals són variats: atris d'entrada, auditoris, terrasses exteriors o dobles espais representatius, com el de la sala de juntes. Aquests buits han portat, a nivell estructural, a la necessitat de realitzar lloses posttesades en les zones de més llum per mantenir uns gruixos raonables de forjat i unes jàsseres planes en tots els volts dels espais buits, a cada nivell de planta, per tal d'absorbir i repartir els esforços horitzontals. També s'han realitzat atesa la gran llum que han de salvar en no voler posar pilars intermedis en la planta.

Te n'adones que és un edifici molt blanc, d'un blanc molt pur, més blanc del normal





0 2 4 8m



0 2 4 8m



*El prisma és un de sol
des de l'arrencada
fins a l'acabat; les
entrades són la mínima
expressió, inevitable, a
l'escala de l'home*

■ Funcionalitat dels espais interiors

En els espais interiors ha primat la funcionalitat i una despesa moderada en els materials, sense ostentacions. El terra tècnic s'ha col·locat només on era necessari, les portes i mampares són de qualitat però no luxoses. Una gran cura s'ha posat en l'execució del tractament del formigó vist del nucli central estructural i de comunicacions. També es nota un treball acurat en els revestiments dels vestibuls dels ascensors. Els fals sostres són molt absorbents acústics, el que és imprescindible en els espais diàfans. Un nombre que sembla excessiu de lluminàries s'ha instal·lat al sostre però s'ha resolt el problema encenent només el 50% de les làmpades, que són de baix consum.

En general, allà on ha estat possible, s'han seguit criteris de sostenibilitat, a vegades sorprenents, com l'aprofitament de totes les aigües grises dels lavabos, a vegades esperats, com una gestió intel·ligent dels ascensors o uns equips de climatització molt eficients, pel sistema d'inducció, molt còmode i silenciós i de baix consum energètic si bé, com és d'esperar, d'un cost d'instal·lació bastant més alt que l'usual.

El dia en què es va realitzar la visita feia molt mal temps: temporal de llevant amb pluja i fort vent i, en canvi, l'edifici transmetia una gran sensació de confort i de seguretat --que és el millor elogi que es pot fer a un gratacel-- fins i tot en les darreres plantes, les més altes, en les que no es patia gens de vertigen gràcies al tractament serigrafat dels vidres i als grans muntants verticals del tancament i del bambú exterior. ■

Una gestió d'obra acurada per a un edifici complex

23 plantes sobre rasant i 2 de soterrani

Jordi Olivés

informatiu@apabcn.cat



És l'edifici alt que amb discreció assenyala el final de la Diagonal, destinat a ús de seu corporativa, de geometria romboide, amb estructura de nucli central de formigó i tubulars d'acer a tot el perímetre que alhora suporten una façana vidrada d'altres prestacions la qual pren un caràcter robust des de dins estant.

Les característiques determinants de l'obra són les exigències d'un edifici en altura i la casuística d'un emplaçament en un terreny complex a prop del mar, amb la presència immediata del nivell freàtic. Cal destacar el treball de l'equip de direcció d'execució i la implicació en una obra que requereix un gran esforç.

S'han desenvolupat uns procediments, s'han establert unes fitxes de control i inspecció de les diferents unitats d'obra, un protocol de reunions, actes de decisions, assignació de tasques, controls d'amidaments, i recopilació documental per registrar tota l'evolució dels treballs.

El pressupost s'estructura segons els lots de contractació i les fases d'execució de l'obra, i incorpora un darrer capítol que recopila diferents conceptes corresponents als treballs d'adequació i condicionament interior a les necessitats funcionals concretes de l'usuari i la seva activitat (capítol 8). El tancament final d'obra ha resultat a l'entorn d'un 5% inferior a la previsió de projecte reproduïda en els imports de la taula resum. ■

■ Repartiment del pressupost en 5 grans apartats

La descomposició del pressupost posa de manifest algunes dades representatives del tipus d'obra que es reparteix a grans trets en 5 apartats:

- 20% del cost total correspon als treballs infraestructura sota rasant, es a dir moviments de terres, esgotament del terreny, fonaments, contencions i estructures soterrànies (o 1/5 part, que és la suma dels cap1+2+3);
- 17% representa l'estructura sobre rasant (equivalent 1/6 part, que es troba inclosa al cap4). Comprèn l'estructura metàl·lica, el nucli central de formigó i les lloses posttensades de forjat.
- 19% equival al cost de la façana, de tota l'envoltant de vidre (gairebé 1/5 part, en el cap5);
- 16% signifiquen el sistema d'instal·lacions, i un 4% els ascensors (to plegat una altra 1/5 part, cap6 i cap7). L'edifici no necessita produir calor i fred ja que es nodreix a partir de la xarxa urbana de DHC Districlima
- 23% d'incidència global per al sistema d'acabats generals (incloent coberta i entorn exterior) junt amb les divisòries interiors (cap 4 i 8)

La repercussió de cost en relació a la superfície dona un valor de 1.762€/m2 per a preu d'execució de contracte (és a dir PEM + DGO i BI). Els conceptes de seguretat i salut i de control de qualitat es troben significats en cadascun dels capítols i el còmput sobre el global de l'obra representa una repercussió prop de l'1% respectivament.

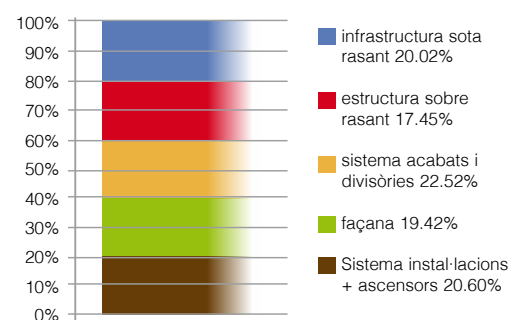
PRESSUPOST	IMPORT	%	€/m2	resum	%	€/m2
1- Esbrossada, tanca, primer buidat de terres i consolidació	425.764,80 €	0,71	12,53			
Demolicions previes i esbroçada del terreny	93.844,69 €			infraestructura sota rasant		
Moviment de terres	207.578,66 €					
Desconnexió d'escomeses	10.957,22 €					
Modificació xarxa de Clabsa	21.885,57 €					
Tancaments perimetrals	56.666,61 €					
Seguretat i Salut	34.832,05 €					
2- Pantalles i buidat de terreny	4.801.156,45 €	8,02	141,32			
Demolicions previes i esbroçada del terreny	52.809,52 €					
Pantalles i elements de contenció	4.262.906,16 €					
Moviment de terres	279.930,04 €					
Instal·lacions enterrades	2.266,74 €					
Bombeig del nivell freàtic	11.407,39 €					
Construcció edicle provisional	39.665,72 €					
Tancaments	7.630,96 €					
Control de qualitat	63.711,03 €					
Seguretat i Salut	80.828,89 €					
3- Pous de bombeig, ancoratges temporals, excavació, pilots, llosa de supressió i lloses de sostre sota rasant	6.755.807,28 €	11,29	198,85			
Demolicions previes i esbroçada del terreny	95.298,95 €					
Pantalles i elements de contenció	1.313.259,36 €					
Moviment de terres	838.773,46 €					
Instal·lacions enterrades	89.048,34 €					
Fonaments torre	522.937,41 €					
Fonaments aparcament i elements especials	1.186.005,98 €					
Estructura torre	731.873,98 €					
Estructura aparcament	1.151.098,01 €					
Bombeig del nivell freàtic	183.177,72 €					
Assaig bombeig freàtic	73.175,49 €					
Coberta plana transitable	214.135,11 €					
Tancaments	21.783,58 €					
Control de qualitat	210.674,41 €					
Seguretat i Salut	124.565,48 €					
4- Estructura tub en tub, formigó armat, llosa postesada, estructura metàl·lica interior i exterior (bambú), divisòries, acabats i urbanització	18.358.430,55 €	30,67	540,36			
Estructura metàl·lica interior	3.044.574,28 €			estructura sobre rasant		
Estructura metàl·lica exterior	3.079.188,93 €					
Estructura de formigó	4.318.454,27 €			sistema acabats i divisòries		
Cobertes	359.433,86 €					
Divisòries interiors	984.052,53 €					
Acabats interiors	5.370.691,07 €					
Urbanització	393.027,57 €					
Varis	376.898,88 €					
Control de qualitat	267.463,54 €					
Seguretat i Salut	164.645,63 €					
5- Tancaments de façana	11.623.249,98 €	19,42	342,11			
Mur cortina	11.534.645,56 €			façana		
Control de qualitat	17.720,36 €					
Seguretat i Salut	70.884,06 €			Sistema instal·lacions + ascensors		
6- Instal·lacions	9.753.649,86 €	16,30	287,09			
Instal·lacions de sanejament	118.902,53 €					
Instal·lacions de fontaneria	179.496,42 €					
Instal·lacions de climatització i ventilació	3.854.806,03 €					
Instal·lació de control centralitzat	1.043.675,90 €					
Instal·lacions d'electricitat	3.071.722,25 €					
Instal·lacions contra incendis	1.077.134,84 €					
Instal·lacions de telecomunicacions	270.856,58 €					
Instal·lacions de recollida de residus	71.151,11 €					
Control de qualitat	22.981,88 €					
Seguretat i Salut	42.922,32 €					
7- Aparells elevadors	2.574.838,95 €	4,30	75,79			
Ascensors	2.564.331,00 €					
Seguretat i Salut	10.507,95 €					
8- Adequació i Condicionament interior necessitats funcionals	5.560.916,03 €	9,29	163,68			
Acabats, paviments, mampares, equipament	5.521.059,02 €					
Seguretat i Salut	39.857,00 €					
TOTAL	59.853.813,90 €	100,00	1.761,72			

Els imports es refereixen a PEC

Superfície construïda	Sota rasant m2	8.621,43		
	Sobre rasant m2	25.353,30		
	Total m2	33.974,73		
Suma parcial dels subcapítols de seguretat i Salut	569.043,39 €	0,95%		
Suma parcial dels subcapítols de control de qualitat	582.551,22 €	0,97%		



PERFIL DE COST



Els reptes en l'execució de l'obra

A l'inici de la Diagonal, al costat de l'edifici del Fòrum,
un edifici emblemàtic per les seves línies i formes

Xavier Aumedes i Cesc d'Haro

Arquitectes tècnics

Aixecar un edifici de l'entitat de la torre diagonal 00, a part de la satisfacció de participar en un projecte d'aquesta entitat, no gaire habitual en la vida professional, representà tot un seguit de reptes a superar:

- Edifici d'alçada (110m), sistema tub-tub, fonamentació profunda, ancoratges, pilots de clavament, i un nucli de formigó armat, plantes massisses posttesades i diàfanes, façana i estructura metàl·lica exterior "bambú".
- Superfície construïda 33.974,73m², sota rasant de 8.621,43m² i sobre rasant de 25.353,33m².
- L'obra es durà a terme paquetitzant els treballs, desenvolupant el projecte de l'edifici durant l'execució de les obres de fonamentació i coexistiran en el temps totes les fases d'obra del sobre rasant.
- Els terminis d'execució de l'estructura de l'edifici es realitzaran amb entregues acotades.
- Seguiment i control d'execució en, i entre, les fases d'obra. Comunicació mitjançant informes de les diferents directrius i estat de l'obra a tots els agents.
- Interacció amb el coordinador de seguretat i les EC.
- Seguiment i control econòmic de l'obra. Mòdul de licitació de PEM 1.480 €/m² i d'adjudicació de PEM 1.250 €/m². Contractació sistema claus en mà.

■ Control de l'execució i de qualitat

Des del nostre despatx, es van desenvolupar les fitxes de control d'execució de cadascuna de les unitats d'obra, elaborant un seguiment

real de les diferents fases i relacionant el control d'execució amb el control de qualitat dels materials, imbricant una única realitat, l'obra executada.

Un dels condicionants més destacats de l'obra va ser l'estabilitat econòmica

La direcció d'execució, es dugué a terme segons el procediment establert en el nostre despatx, sistema de gestió de qualitat SGQ Iso 9001.

La comunicació entre els agents d'obra, per l'agilitat i rapidesa que s'exigí, recaigué a la DEO. La resolució d'aquestes exigències s'assoliren amb els informes de seguiment d'obra (ISE) que, realitzant-se de forma diària van respondre a les necessitats següents:

- Assabentar a tots els agents de l'estat diari de l'obra.
- Control de l'execució de partides d'obra. Control general d'operaris.
- Comunicació d'incidències detectades i mesures per resoldre-les.
- Constatació de les accions preses, i confirmació de resolució d'incidències.
- Control de l'evolució d'obra i seguiment dels treballs. Resum de control de qualitat dels materials.
- Control documental de la totalitat de materials emprats a obra, procediment de col·locació i compliment dels assajos definits en projecte o acordats a obra entre la DF, la OCT i l'EC.

Partint del programa previst en projecte, vam consensuar amb les diferents EC, la realització dels assajos que donaven compliment a les exigències previstes i a la vegada s'adaptaven a l'obra real. Seguiment continu dels resultats dels assajos, assabentant a tots els agents de la situació d'obra i les mesures a adoptar, mitjançant els ISE. Realització del registre de resultats de cadascuna de les fases d'obra.

Un dels condicionants més destacats de l'obra, va ser l'estabilitat econòmica. Calgué mantenir les baixes d'obra previstes en l'adjudicació i, a la vegada, exigir el compliment estricte del contracte signat entre les EC i la propietat, que donava validesa i regulava la relació entre els diferents agents. La modalitat de claus en mà, va facilitar la comprensió de les responsabilitats dels diferents agents, però tensava les relacions entre, havent de lluitar per les millores o variants pròpies de qualsevol projecte.

Sota rasant

Els treballs d'implantació (fase 0) van consistir en la neteja i esbrossada del terreny, execució de la tanca perimetral i un primer buidat de terres fins a cota de treball, situades a +5,40m i +7,00m en el perímetre i +1,40m en el centre. Es continua (fase 1A) amb l'execució de pantalles perimetrals i centrals, amb realització de la sortida provisional de l'aparcament BSM i l'enderroc de la sortida existent i amb un segon buidat del terreny, situant la totalitat d'aquest a la cota +1,40m. Es finalitza (fase 1B) amb l'ancoratge de pantalles, bombeig, tercer buidat de terreny fins a la cota -3,75m, clavament de pilotes, llosa de supressió, lloses de sostre i murs corresponents al sota rasant, col·locació de les plaques d'arrancada i impermeabilització del conjunt i coberta aparcament.

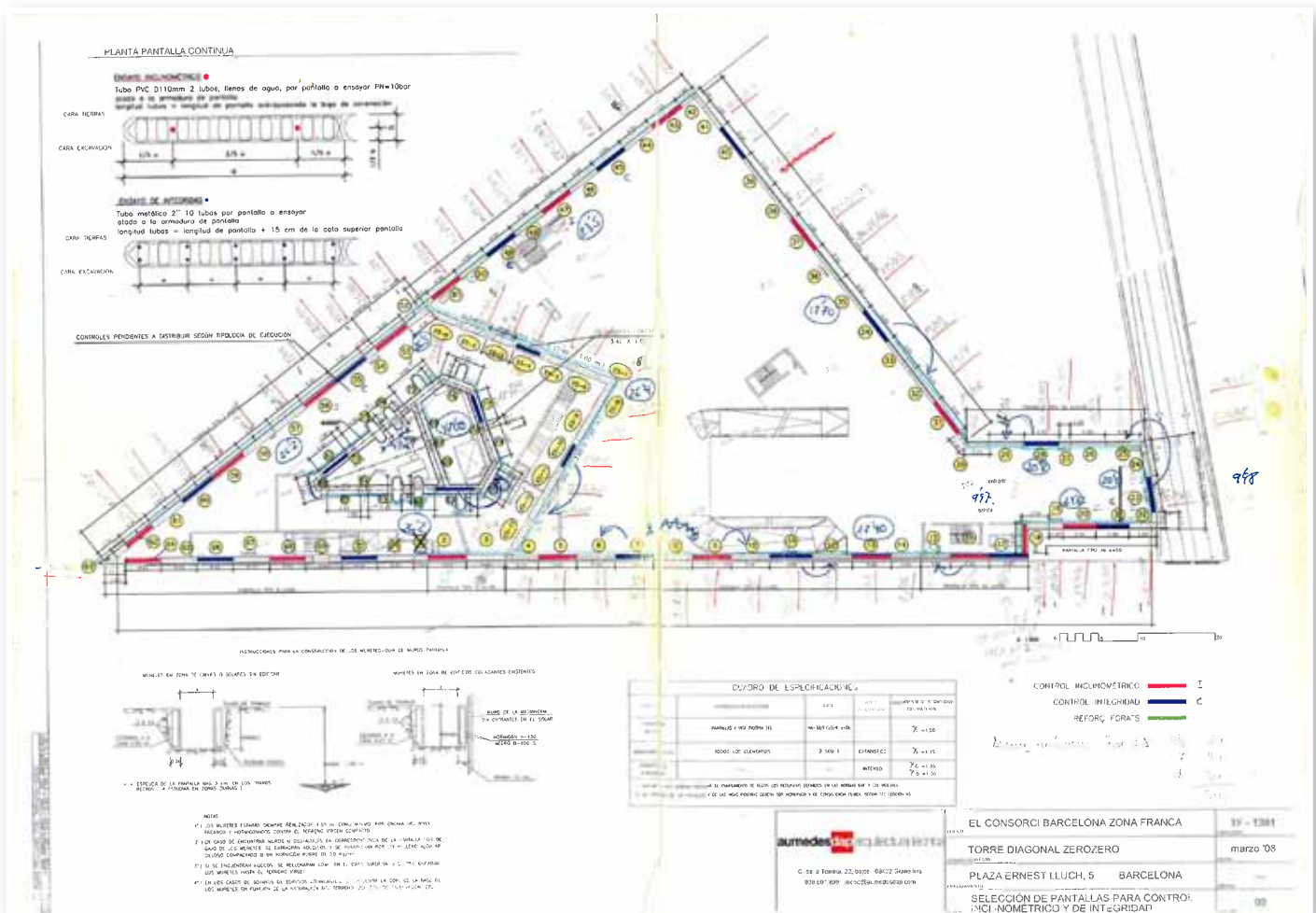
En aquests treballs cal destacar l'elaboració de les pantalles in situ, on en l'execució de l'armat d'aquestes s'hi preveia un caixó i conducte de pvc on s'havia de situar l'ancoratge, pel que s'exigia un posicionat acurat de les mateixes i més tenint en compte la proximitat, en un dels laterals, del dipòsit de Clabsa sota el carrer Taulats, que obligà a uns angles d'ancoratge de 62°-64°.

Les pantalles perimetrals varien en gruixos de 60 i 80cm i una profunditat aproximada de 25m des de la cota d'execució, i les situades al nucli de l'edifici, amb una modificació aprovada per part de l'EC, es va autoritzar fer-les de 120cm de gruix i amb la profunditat prevista de 50m, fent un total d'11.500m³ de formigó de pantalla. Durant la realització dels murets guia i inici de perforació de pantalles vam constatar que el terreny era força inestable i representava un risc pels operaris, optant-se de forma conjunta amb la CSS, a la realització d'uns daus de formigó d'1m³ per ancorar els arnesos de seguretat dels operaris.

Pel control de qualitat de l'execució de les pantalles, a part del control documental del formigó i acer, el control de formigó fresc i els assajos de l'acer, seguint les indicacions del consultor d'estructures (MC2) es van fer assajos inclinomètrics i d'integritat:

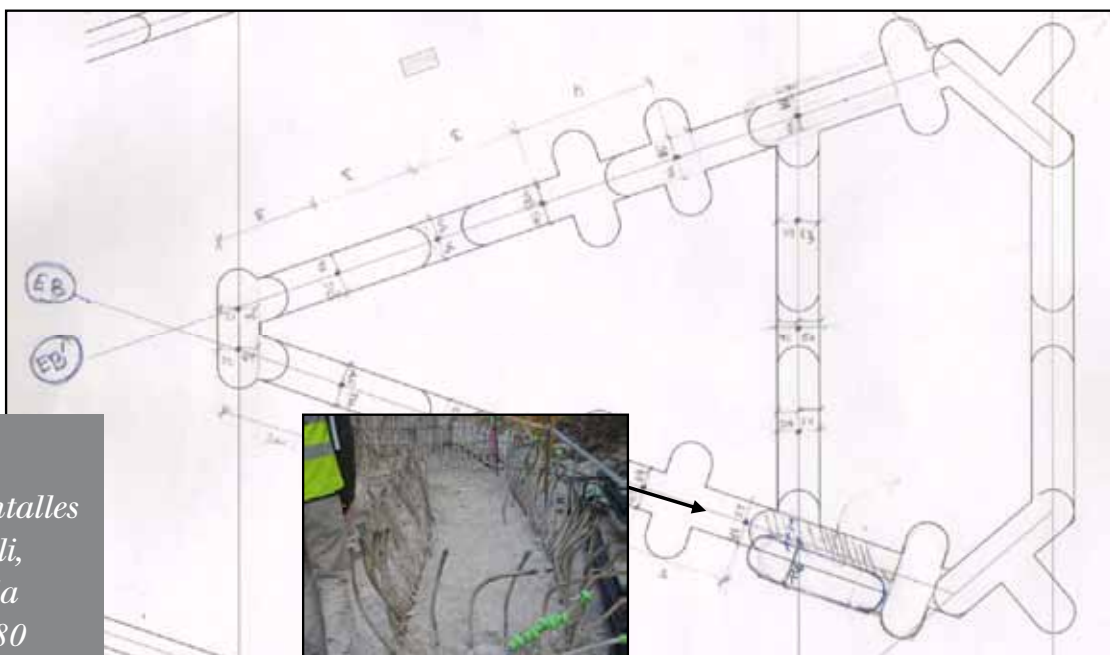
■ Assaig inclinomètric: incorporar 2 tubs de PVC D110mm plens d'aigua PN=10bar, lligats a l'armat de pantalla, sobrepasant la biga de coronació, per fer un seguiment del correcte comportament dels ancoratges i de les pròpies pantalles a les empentes exteriors. En un d'aquests tubs s'introdueix un nou conducte amb unes guies longitudinals per on es desplaçarà la sonda inclinomètrica. Aquest conducte instal·lat en les pantalles s'omple en tota la seva longitud amb beurada de ciment, i posteriorment es realitza una lectura d'origen zero, que dona la posició real del mateix i a partir d'aquí es realitzen les lectures posteriors. Realitzat en 18 de les pantalles perimetrals

■ Assaig d'integritat o cross-hole: incorporar 10 tubs metàl·lics de 2" per pantalla a assajar, lligats a l'armat de pantalla, sobresortint 15 cm per sobre de la cota de pantalla, per fer un seguiment del correcte formigonat. El sistema es basa en registrar el temps que triga una ona ultrasònica a propagar-se des d'un emissor a un receptor que es desplacen simultàniament a través dels dos conductes paral·lels plens d'aigua, mesurant el temps en funció de la distància entre l'emissor i el receptor i les característiques del medi travessat entenent que en cas de coqueres, buits, formigó de baixa qualitat... aquest temps de recorregut s'allarga. Realitzat en 14 de les pantalles perimetrals i en 3 de les pantalles centrals.



Gràcies al control d'integritat de pantalles de la zona del nucli, vam detectar que la pantalla número 80 presentava resultats dispars en els 15m superiors, realitzant-se posteriorment dues perforacions d'entre 18 i 22m i extracció de testimonis, per confirmar els resultats obtinguts i la resistència real del formigó, que al ser un 15% per sota de l'esperat, per contaminació d'aquest amb les terres perimetrals, va obligar a fer un recàlcul de l'encepat d'unió entre les pantalles i la llosa inferior del nucli d'aquest tram i adjacents.

Un treball important va ser la realització i seguiment dels pous de bombeig, cal tenir present que el nivell freàtic està entre les cotes +0,60 a +0,80m, el que representa situat a la cota del sostre de la planta sotterrani PS02. La cota inferior d'excavació és la -3,75m, llevat en fosos d'ascensor i pous, que arriba a la -6,40m, pel que s'havia de controlar la quantitat i qualitat de l'aigua evacuada i els nivells freàtics interiors i perimetrals mitjançant piezòmetres.



ISE 62 FASE 1B
POSICIÓ PANTALLA 81

Gràcies al control d'integritat de pantalles de la zona del nucli, vam detectar que la pantalla número 80 presentava resultats dispars en els 15m superiors

Un cop netejada la zona de pantalles central i situada l'excavació a cota d'execució de l'encepat del nucli, vam confirmar topogràficament que l'armat de la pantalla 81 estava desviat respecte l'eix previst, pel que vam decidir realitzar al seu voltant una sèrie de perforacions per determinar el grau d'inclinació o desviació que tenia, i en concret se'n van realitzar 6 d'entre 2,00 i 41m de profunditat, confirmant que si bé l'armat col·locat es trobava, en l'extrem superior, desviat 50cm respecte l'eix, la zona formigonada interior era la prevista en projecte, i la modificació de l'encepat previst per la pantalla adjacent ja absorbia aquestes diferències.

Un cop finalitzats els treballs de repicat dels caps de pantalles del nucli, vam realitzar alguns assajos complementaris d'auscultació i extracció de testimonis, per acabar de confirmar el correcte estat de la resta de pantalles situades en la zona del nucli i que han de suportar la càrrega principal, fent-t'hi 10 perforacions i extracció de testimonis, en profunditats que oscil·len entre 0,60m i 2m.



ARMAT ENCEPAT NUCLI



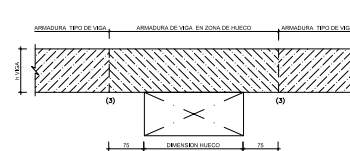
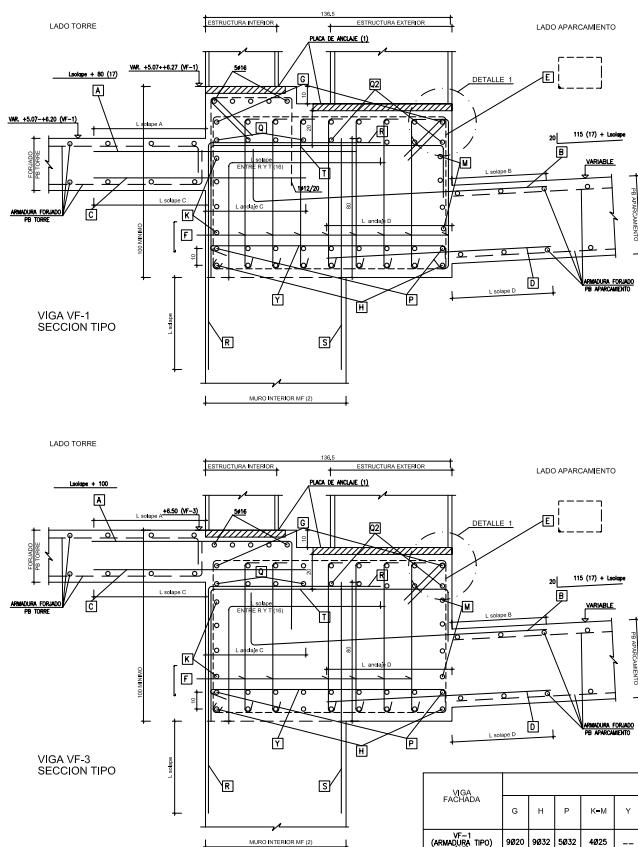
Un cop realitzat el buidat del terreny, amb l'extracció no prevista inicialment d'una important quantitat de terres contaminades, es van clavar els pilots, aproximadament 200 de 25m de llargada i que units amb la llosa de supressió, contraresten la pressió que exerceix l'aigua, exigint-se una especial cura en el segellat i estanqueïtat de la mateixa, ja que juntament amb la impermeabilització de pantalles, son un punt clau en l'èxit del funcionament del sota rasant, podent tractar aquest com un vas estanc.

En l'execució de l'estructura del sota rasant va ser clau la rapidesa, formigonant-se el conjunt entre la llosa de subpressió i la llosa de planta baixa del nucli en un temps molt ajustat, incloses la realització de les dues plantes de sostre entremig, murs interiors del nucli i perímetre i la col·locació de les plaques d'arrancada de bambú i estructura metàl·lica interior, en un interval de 5 setmanes.

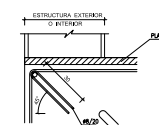
Cal destacar la dificultat d'execució de l'armat de la biga de coronació, que conté barres del Ø32 que va obligar a agrupar-les i combinar-ho amb el pas de l'armat de connexió de les plaques metàl·liques d'arrancada (108 d'estructura interior i 23 d'estructura exterior) d'entre 50 i 80 mm de gruix, i la posició exacta que requerien aquests elements. Per possibilitar la col·locació del conjunt, es simplificà la posada en obra de l'armat de la biga de coronament, i s'optà per portar les plaques amb l'armat de connexió previst, però permetent tallar-lo i soldar-lo a l'armat de biga mantenint el màxim de llargada possible o recol·locar l'armat tallat soldant-lo al perímetre de la placa. En la biga de coronació lateral al carrer taulat, es va autoritzar col·locar la placa d'arrancada posterior al formigonat d'aquesta, mitjançant perforacions mecàniques i resines epoxi.

NT biga coronament pantalla
Armat G/H/P-Ø32, K/M-Ø25, T-Ø20, Q-Ø20/16

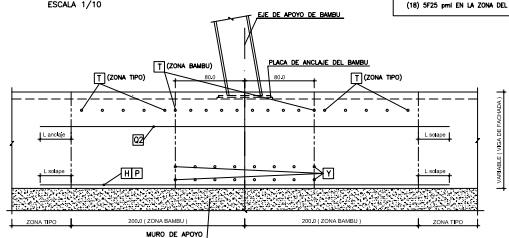
*Cal destacar la
dificultat d'execució de
l'armat de la biga de
coronació, que conté
barres del Ø32*



ESQUEMA DE ARMADO DE VIGAS
EN ZONA DE HUECOS
ESCALA S/E



DETALLE
ESCALA 1/10



DETALLE ZONA BAMBU
ALZADO
ESCALA 1/20

VIGA FACHADA	ARMADURA LONGITUDINAL												ARMADURA TRANSVERSA (CERCOS)	
	G	H	F	K=M	Y	Q	Z	A pmi	B pmi	C pmi	R pmi	T pmi	cercos E	ángulos F
(ARMADURA TIPO) VF-1 (15)	9020	9032	5832	4025	---	---	---	(4) (4)	(4) (17)	(4) (10)	(4) (10)	5820	1012/20+ 1016/20	4012/20
(ZONA DE MUJECOS) VF-1 (15)	9032	9032	9032	---	---	---	---	(4) (17)	(4) (17)	(4) (13)	(4) (13)	5820	2016/20	5012/10
(ZONA DE RAMBLA) VF-1 (15)	9032	9032	9032	4025+ 4016	16012 16012	4016	5820	(4) (4)	(17) (17)	(4) (13)	(10) (13)	5820 10825	2016/20+ 1016/20	5012/10 (9)
(ARMADURA TIPO)	9020	9032	9032	5832	4025	---	---	(4) (4)	(4) (17)	(4) (13)	(4) (10)	5820 10825	1012/20 1016/20	4012/20

REVISION 3		FECHA	
REVISION 2	REVISION DE GEOMETRIA	FECHA	21.01.2006
REVISION 1	ASCENSORES, PANTALLAS Y NUCLEO	FECHA	08.09.2005


TORRE DIAGONAL ZEROZERO BARCELONA
PROYECTO DE EJECUCION
PASE TUR: BAJO PASANTE

DISEÑADOR DEL PROYECTO:
 PLAZA ERNEST LLUCH, 8
 FORNIAJOS


 N-ORIENTE

VIGAS DE FACHADA VF-1 A VF-3. ARMADURAS

ESCALA: A3 1/20
 A1 1/10



REVISOR DEL PROYECTO:

02.008

02.008

Cal remarcar que el nucli és de formigó vist, exigint-se des d'el primer dia uns resultats d'alta qualitat

Sobre rasant

Els treballs contemplen l'execució de la totalitat de fases restants, estructura sobre rasant, façana, instal·lacions, acabats, equips d'elevació, coincidint tots ells en el temps.

L'edifici arrenca lliure respecte la plaça, com un prisma trapezoïdal, amb la virtut de vincular la planta baixa amb la plaça i carrer que l'envolta, destacant la llibertat que

es respira en l'atri principal de 40 metres d'alçada, orientat a la Diagonal. Destaca també l'atri de la planta 17, de 28m d'alçada, que arriba fins a la coronació de l'edifici, orientat a la costa nord. Les diferents plantes destinades a oficines, sales de reunions i direcció, I+D, gaudeixen d'una de les millors vistes de la ciutat i el seu litoral, amb plantes de distribució diàfana i sales de reunions totalment equipades. El mateix edifici recull les necessitats de l'usuari, acollint un centre de negocis, aules de formació i una sala d'actes de dues plantes per capacitat per 350 persones, amb la possibilitat de partió per tres usos simultanis, sense oblidar la Sala de Consell situada en el doble espai de la planta P22-P23, amb accés directe a la terrassa de la planta P22, que es forma en el vèrtex agut, amb vistes a la Diagonal.

Estructura

Construcció de l'edifici de PB + P24 de 110m d'alçada, amb una tipologia fonamental coneguda com "tub en tub", amb un tub interior i un tub exterior.

El tub interior, està format per un nucli de formigó armat de secció variable en la totalitat de la vertical de l'edifici, que incorpora els diferents sistemes d'ascensors i muntacàrregues, escales, instal·lacions i banys. Es va dur a terme amb encofrats trepants amb acabat de plafons fenòlics, amb l'armat definit en projecte, les esperes de connexió tipus coupler box per les lloses massisses de sostre i les baines de posttesat en les plantes que fou necessari. HA-50 fins a P06, resta HA-30. Total 2.800 m³

Cal remarcar que el nucli és de formigó vist, exigint-se des d'el primer dia uns resultats d'alta qualitat, i el manteniment en bon estat de conservació durant l'execució de la totalitat de l'obra. Per aconseguir aquest acabat, vam assajar diferents tècniques en plantes soterrani, modificant la consistència i l'àrid, per assolir el que donava resposta a les exigències de projecte. Es van eliminar la presència de marques d'encofrat que formaven les juntes horitzontals de plafó i les unions d'encofrat, que es van ocultar dins el modul de planta, terra tècnic i fals-sostre i les juntes verticals coincidint amb el mòdul de planta. Amb aquesta exigència vam aconseguir significar el formigó com a material de funció i d'acabat, en un entorn de risc i sense reduir el ritme d'execució d'una planta per setmana.

El tub exterior, està format per una trama interior de perfils laminars d'acer de forma rectangular o estàndard segons la posició i una estructura metàl·lica totalment exterior formada per perfils metàl·lics tubulars de xapa plegada o soldada, amb una distribució ramificada (coneguda a obra com a bambú), que arrencant en la base es dispersa a mida que arriba a cotes superiors fins a cobrir la totalitat de superfície de façana.

La trama interior s'aportà a obra en agrupacions de tres plantes d'alçada i dos mòduls d'amplada, units entre si per perfil en U de cantell de sostre, per agilitzar la col·locació. Els perfils en plantes inferiors estan formats per caixons d'acer laminat, en plantes entremig per combinacions d'HEB's i en plantes superiors per perfils independents en HEB. En l'arrancada de pilars de PB aquests estan soldats sobre les plaques d'ancoratge col·locades en la fase anterior. 114 pilars per planta, fent un total de 12,3 km de perfil.

En les zones d'atri, l'estructura interior de façana no està enriestrada pels forjats i la continuïtat estructural entre plantes de tramada interior de pilars es realitza mitjançant bigues pati, formades per perfil metàl·lic, connectors i armat base, i finalment formigonades, que reben els esforços de vinclament que s'hi originen i els transmeten a les lloses massisses, i van variant de secció a mida que remuntem plantes adaptant-se als diferents angles dels vèrtexs aguts de l'edifici.



BIGUES PATI

Per tal d'evitar moviments derivats de la retracció en el formigonat del sostre, es van travar cadascuna de les plantes, tant fos en la zona de pilars com en les bigues pati, amb perfils auxiliars que s'ancoraven a la llosa mitjançant placa i es soldaven als pilars. L'autorització al formigonat de cada planta venia precedida pel control i verificació topogràfica de cadascun dels pilars.

■ En l'estructura metàl·lica exterior la secció del bambú en tota l'alçada i diferents façanes de l'edifici és regular 680x240mm però és variable en composició interior i gruix de perfils laminats. Un punt rellevant són les unions en angle de les diferents alineacions.

Les unions entre l'estructura metàl·lica exterior i la resta d'estructura de llosa de plantes, s'iniciaven a taller amb el soldat al bambú dels connectors exteriors, formats per tubs circulars, que es soldaven a obra a la placa d'espera exterior del tub de recepció, que s'havia introduït al caixetí previst en fase de formigonat, que obert en la cara superior i inferior per facilitar el soldat de les diferents cares i la injecció de morter (grout) d'alta resistència, ha permès que el conjunt quedi perfectament encastat.

Les unions de l'arrancada sobre les plaques d'ancoratge, i entre les diferents tramades de bambú, es van realitzar mitjançant soldadures, indistintament amb elèctrode o fil continu, i per permetre el soldat de les xapes intermèdies que donaven continuïtat a l'estructura interior, es van realitzar unes finestres de soldat en els propis bambús, que posteriorment es van tancar.

Els sostres uneixen els dos sistemes (tub interior i tub exterior) i estan realitzats mitjançant lloses massisses de formigó armat amb pretelat selectiu, garantint el control de deformacions en la zona de màxima llum lliure. El fet que les plantes siguin diàfanes permet que la distància lliure entre el tub interior i l'exterior sigui variable entre 8m en façanes paral·leles als costats longitudinals i de 16m màxim en les zones a banda i banda dels vèrtexs longitudinals del nucli. Els sostres ofereixen una resistència tant a les accions verticals com a les horitzontals i donen resposta als importants buits d'obra dels atris.

Els sostres s'uneixen al nucli mitjançant connectors incorporats als murs, tipus coupler box que han de coincidir amb la cota superior i inferior de l'armat de la llosa massissa, i les baines de posttensat on la posició tant en X com en Y ha de ser exacta, pel que el replanteig es realitza partint de punts topogràfics.

■ La façana

La façana, formada per un mur cortina, es situa entre les dues trames del tub exterior, i està formada per vidres de visió i de front de forjat, amb cambra dessecada, tractament de control solar i serigrafia blanca 20%-60% en la primera cara, extraclar templat de 8 mm amb capa de control solar magnetrònica de partícules metàl·liques en la segona cara / cambra 16 mm / laminat extraclar 6+6 mm., amb una transmissió de la llum del 37%; reflexió de lux (reflexió especular i difusa): 46%; factor solar: 32 %, transmitància tèrmica: 1,4 w/m² °K i reducció acústica: 41dB.

El que vam aconseguir amb aquesta composició és minimitzar l'aportació de radiació solar, reduint els costos de climatització, i donar més confort a l'usuari.

La fusteria del sistema modular és d'alumini combinat amb tapeta i silicona estructural.

El mur cortina s'uneix amb l'edifici mitjançant suports metàl·lics distribuïts sobre els pilars, que tenen dues funcions, suportar el propi pes i la transmissió de les càrregues de vent a l'estructura interior. Es van preveure dos tipus de suport, l'inferior i el central, que s'adapten a les diferents tipologies de pilar. El mòdul de vidre en plantes inferiors es va col·locar mitjançant grua des de l'exterior i en plantes superiors es col·locà des de l'interior o mitjançant politja a la planta superior. La posició del vidre, gràcies a la tipologia de suport, tenia una tolerància de col·locació d'entre 10 i 12 mm.

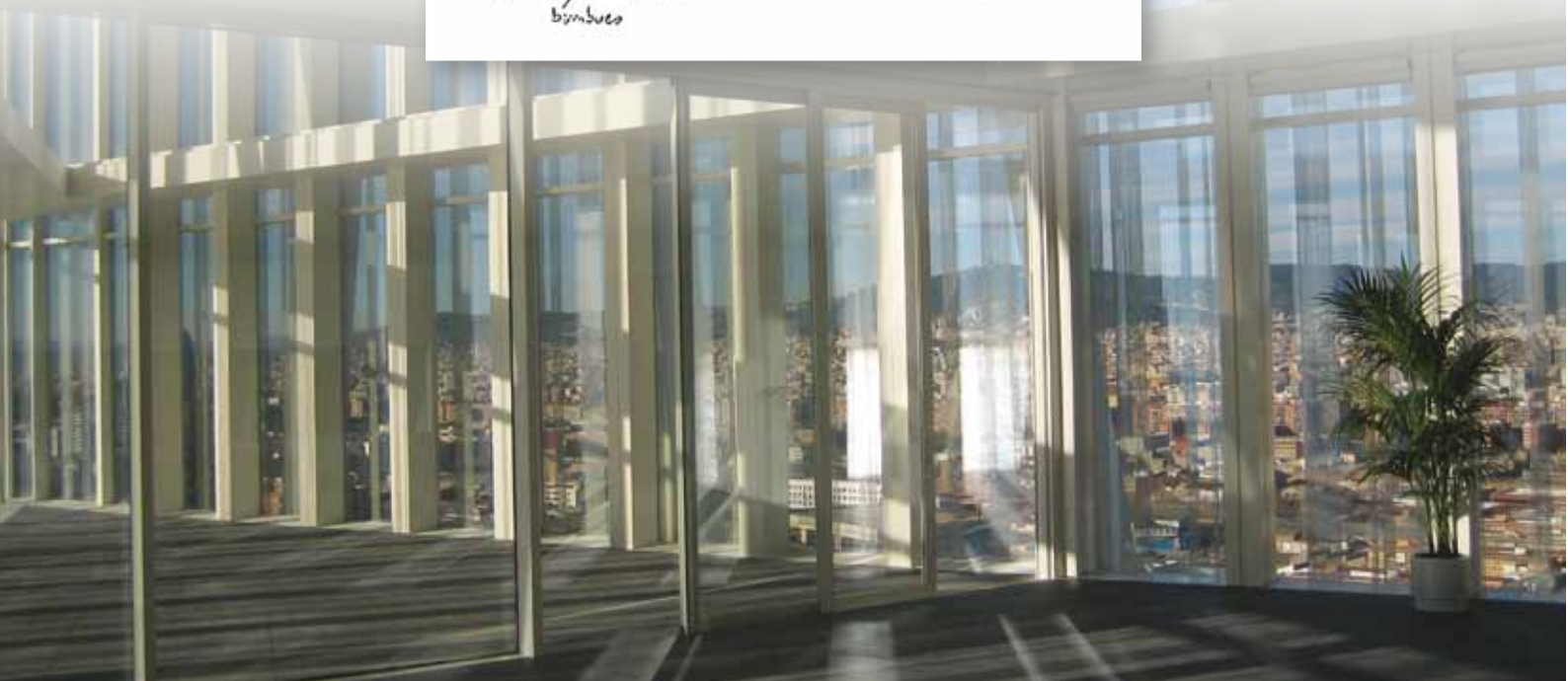
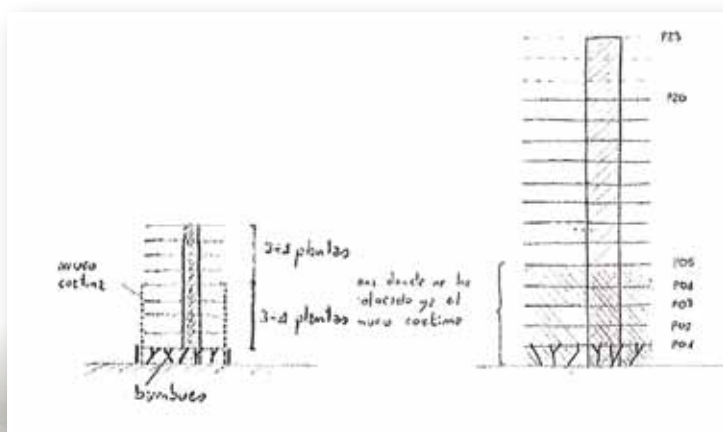


Vam aconseguir minimitzar l'aportació de radiació solar, reduint els costos de climatització, i donar més confort a l'usuari

Per tal d'agilitzar els treballs i permetre el solapament de diferents processos constructius, ja en projecte es preveia solapar les fases de muntatge, diferenciant l'estructura del nucli i dels sostres, de la façana i del bambú, portant entre 3-4 plantes de desfasament entre muntatges. En fase d'obra es va exigir un punt més al límit del sistema de muntatge, autoritzant-se després de l'estudi detallat estructural, la següent relació:

Situacions remarcables en obra es van produir quan el nucli estava situat en planta P19, sostres en planta P16, façana en plantes P02, i s'iniciava el muntatge del bambú,

El control del procés constructiu del sobre rasant va representar un gran esforç, degut a l'exigència i rapidesa de la pròpia obra i a la necessitat de controlar tot el procediment, del que cada dia d'obra, amb les fitxes corresponents, es van revisar parts d'armat tant de sostre com de murs, l'estructura metàl·lica interior i exterior, el correcte posicionat del mur cortina, l'estat dels encofrats del nucli,... detectar un error i corregir-lo al moment representava un estalvi de temps molt important, evitant desmuntar parts col·locades per poder-ho reparar. Les instruccions donades es van reflectir en cadascun dels informes ISE i la comprovació de les correccions i satisfacció de les mateixes en els ISE's posteriors.



Interiors

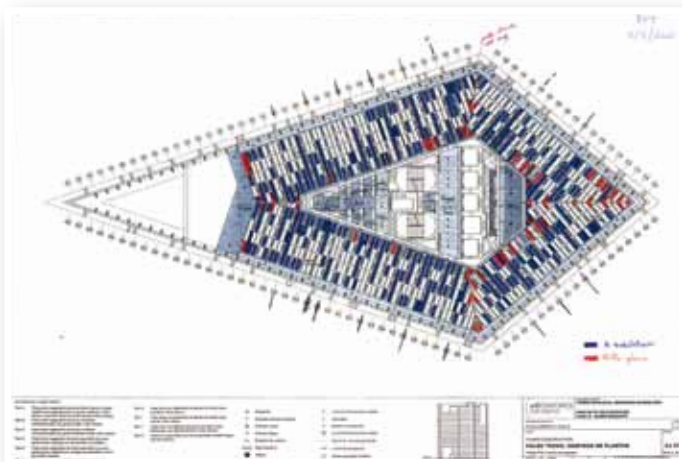
Els pilars que formen l'estructura metàl·lica interior, un cop ignifugats i amb la façana col·locada, es van folrar amb xapa d'acer plegada i mecanitzada lacada al forn. Això va representar un treball de precisió, ja que acoten la posició del paviment interior i la trobada d'aquest amb la façana i la posició del propi fals sostre.

Un cop van estar col·locades les instal·lacions suspeses dins del fals sostre, amb precisió mil·limètrica de la cota, per la quantitat i distribució dels diferents conductes i aparells, es va procedir amb la col·locació del fals sostre, mantenint el mòdul de façana. Sobre les lloses de planta, es van col·locar les safates de pas d'instal·lacions i seguidament el terra tècnic, alineant-se aquest amb les façanes de l'edifici. Posteriorment, en les zones que requeria el projecte, es van col·locar les mampares divisòries, tot i que les plantes mantenen una clara distribució diàfana en la gran majoria de plantes.

D'aquests conceptes relacionats, el sistema de control establert des del nostre despatx ha permès realitzar un seguiment al 100% de cadascun d'ells. És destacable el control que es va fer del fals sostre de l'edifici, que en la zona d'oficines està format per placa

de fibra i placa metàl·lica que incorpora les lluminàries, en el que es va revisar l'estat de cadascuna de les plaques, no tan sols en el final d'obra sinó en l'entrega de plantes per accedir industrials de diferents fases, i més tenint en compte l'existència de 28.000 plaques de fibra i 3.600 plaques metàl·liques. També, per experiència, i amb la quantitat de metres de fals sostre, es van dur a terme proves de càrrega del mateix fals sostre en les diferents plantes, un cop havien passat la major part de les instal·lacions.

La planta central (P13) es destina a instal·lacions, distribuïnt-se des aquí a la resta de plantes amb la menor pèrdua de càrrega. D'igual manera la major part de les plantes soterrani del nucli, també es destinen a ús d'instal·lacions, en què es distribueix l'aportació de Districlima d'aigua freda i calenta, que alimenta els diferents circuits de climatització i serveis interiors, les instal·lacions de recollida pneumàtica i el dipòsit d'aigües grises per reutilització interna. Cal destacar la col·locació en planta soterrani PS02 i en planta P13, d'un dipòsit d'aigua contra incendis, amb un volum aproximat de 250m³ en soterrani i de 200m³ en planta instal·lacions.



Control econòmic

En totes i cadascuna de les diferents fases d'obra es va dur a terme un control econòmic rigorós. Si bé en totes elles el contracte era un claus en mà, referint-se als preus de licitació de les diferents EC, en el cas de presentar-se algun preu contradictori es partia de la base de preus contractuals i/o dels descompostos de preus que en formaven part. En qualsevol de les anteriors opcions va representar, per cadascun d'ells, una reunió entre l'EC i la DEO, per arribar a un acord econòmic i un termini d'execució que no afectés al planning general.

El tancament final d'obra presenta uns números globals totalment satisfactoris, entenent que si bé hi ha hagut increments respecte l'adjudicació, aquests sempre es mantenen per sota del cost de licitació, arribant a un mòdul general de PEM 1.406€/m², (plantes soterrani 558€/m² i plantes sobre rasant 1.557€/m²)

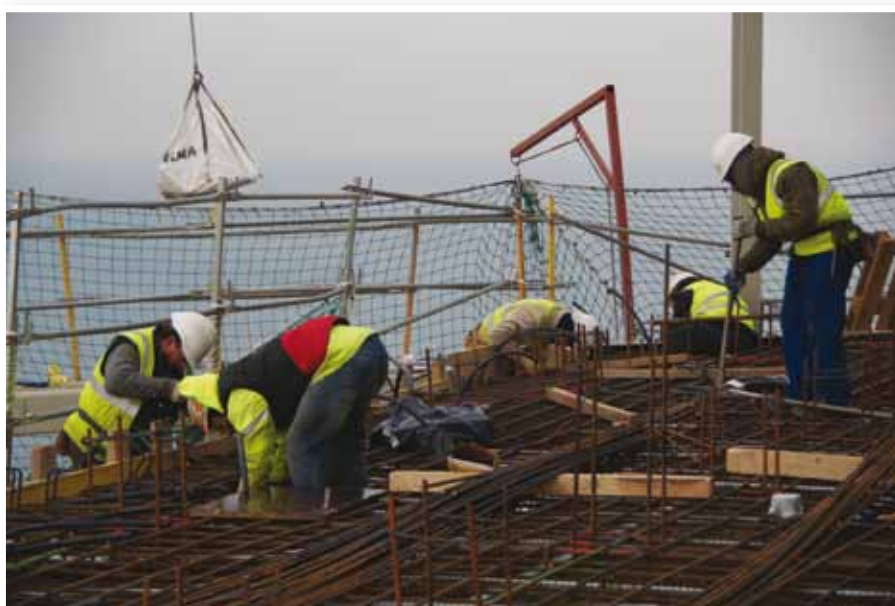
Conclusió

Ha estat una obra d'una intensitat màxima en la que ha estat normal el treball continuat de 24 hores durant diversos mesos, en el que en determinats moments la participació de persones treballant-hi simultàniament ha estat de 400, amb un total de 1.000 persones, unint esforços per edificar-lo. La coronació de l'estructura del sobre rasant culmina a finals de desembre de 2009 sense haver-se produït cap accident.

La culminació de l'edifici, havent donat resposta al reptes inicials, representa una gran satisfacció per tots els que hem participat en la seva execució, i els records de la pressió, els maldecaps i els problemes, de mica en mica es van esvaïnt i deixen pas al goig de l'empremta aixecada en el litoral barceloní. Un cop l'edifici forma part del dia a dia dels seus usuaris, dels veïns de Barcelona i de la gent que el mira i fotografia, entens que ja forma part d'un país que cada cop va a més. ■

Un dia d'obra

Cesc d'Haro | Arquitecte tècnic



Són les 6 del matí, sona el despertador, i ja vaig tard, tinc reunió a les 8 a la torre, però cal que abans passi pel despatx a descarregar el correu i enviar l'informe d'ahir a tothom. Quan arribo al despatx en Xavier ja hi és, envio els correus i aprofitem per fer un té i debatre sobre la situació de l'edifici i de les reunions que se'n deriven.

Sort que la ronda avui no va malament, i al voltant de l'edifici encara es pot aparcar bastant bé. Entrant a l'obra saludo al guarda de seguretat i em dirigeixo a la caseta dels tècnics de l'EC per veure'm amb el cap de producció i tot seguit anar amb l'encarregat fins a la planta P12, pujant per l'ascensor d'obra... lent, tremolós i vertiginós... per veure un tram de l'armat, del que hi faltaven unes quantes barres del 16, arreglar un parell d'unions al nucli i col·locar una sèrie de forquetes de punxonament en els connectors de façana.

La revisió és correcta, ho anoto a la llibreta d'obra i fulls de registre que sempre m'acompanyen per poder fer els informes de seguiment diaris, i el formigó es comença a abocar sense més. Observo amb deteniment la gent, sempre em resulta curiosa la varietat de personal, gent gran, jovent, tatuatges... poca gent d'aquí i molts d'allà. Ja que sóc en aquesta planta aprofito per revisar l'obertura de l'encofrat del nucli de P14 que vam formigonar ahir i confirmar que no hi ha coqueres.





■ 20 persones al voltant d'una taula

Fem un cafè de màquina, --ha millorat bastant des de el primer dia (o ha empitjorat el meu paladar?)--, a les 10h reunió d'obra; ja que tothom fa tard, m'arribo a la formigonera per revisar l'albarà d'abocat. Sempre he sentit a dir, i amb raó, que reunions de més de 8 persones i 2 hores són inacceptables, què hi fem aquí 20 persones 4 hores asseguts al voltant d'una taula, llegint una acta que tothom ha de conèixer? Sembla una partida de tennis, passant pilotes, repartint-les, llençant-les i assenyalant.

Des del despatx, i fa anys que ho defensem i intentem traslladar a les obres no sempre amb la mateixa fortuna, creiem que tots els agents que hi formem part, des del ferralla, fins a la propietat, passant pels encarregats, caps d'obra, direcció facultativa, projectes... treballem per a un objectiu comú: realitzar l'obra amb el màxim d'eficiència, pel que molts cops ens sorprèn que aquesta evidència no sigui comuna. Ens creuem mirades entre la DF i l'EC amb el desig d'acabar la reunió i anar per feina, encarar els problemes i solucionar temes.

Acaba la reunió, són les 14 hores, amb el resultat esperat (l'experiència és un grau), s'hauran de fer un parell d'informes justificatius i una actualització del planing, ajustant que les noves peticions entren en termini. Per la zona de casetes se sent una oloreta de pollastre amb ceba..., els encarregats fan un bon ús del seu reservat.

L'hora de dinar és un moment agradable, hem trobat un restaurant proper, econòmic, familiar, del Barça i amb l'estofat una mica contundent, però ens hi trobem bé. Llàstima que el telèfon no para de sonar.

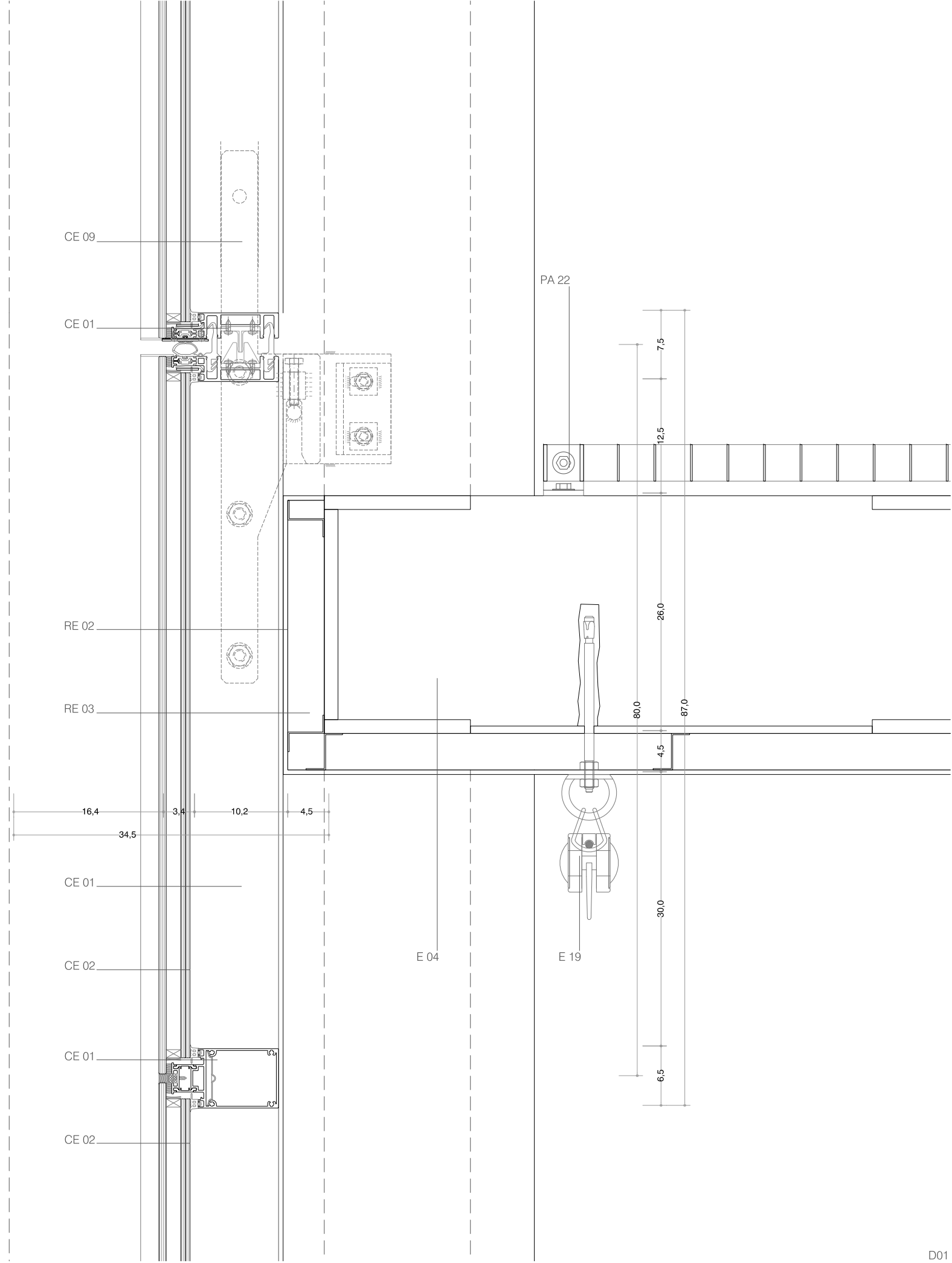
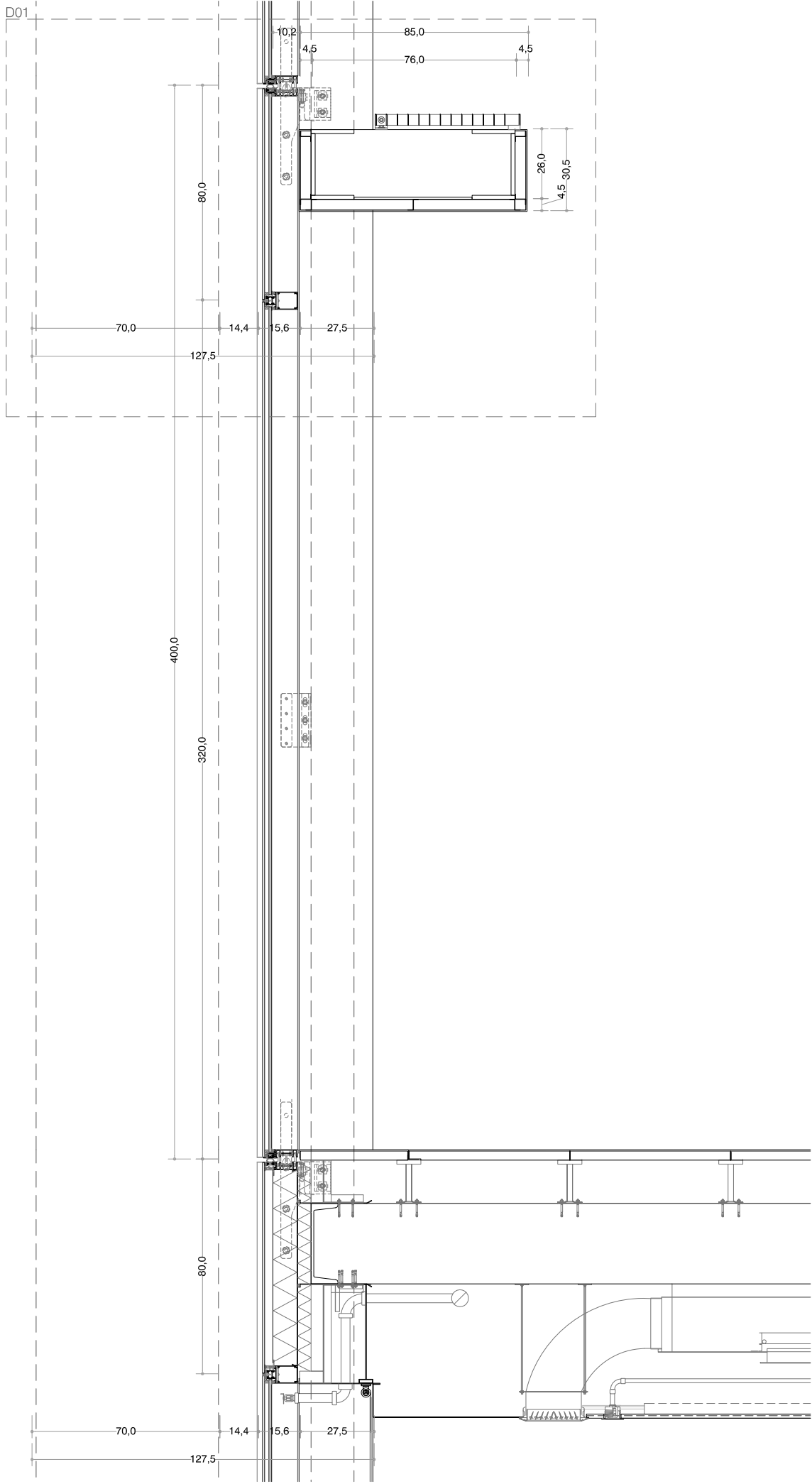
A la tarda toca discutir preus contradictoris amb l'EC, l'obra està definida com un "claus en mà", però és un mer formalisme trencat el primer dia d'obra, tot i així ens permet clarificar el marc de preus que ens domina. La discussió és intensa, els imports són significatius i cal complir amb el termini, però el veritable respecte que ens tenim és d'agrair. En acabat, amb els acords de preu, m'he de dirigir a la caseta dels projectes per informar i entrar el número acordat amb l'EC al seu excel, per tal que ho puguin presentar a la propietat avui mateix, tal i com es van comprometre.

Un cop passat revista, em vull dirigir a les plantes P03 i P04 on hem començat amb divisòries del nucli, pel que cal revisar el replanteig, i a soterrani per comprovar una reparació a fer de la fase anterior, i amb la llibreta d'obra sota el braç hi faig cap. Sempre prefereixo anar sol o acompanyat de la DO i EC, sense més agents, això permet revisar el replanteig o reparacions i corregir-lo si hi ha algun error, sense que es desencadeni un daltabaix.

Són les 7 del vespre, cal fer l'informe i un parell de trucades,... ostres,... avui ha estat un bon dia, com a mínim dormiré a casa i no com altres companys escampats pel món. ■

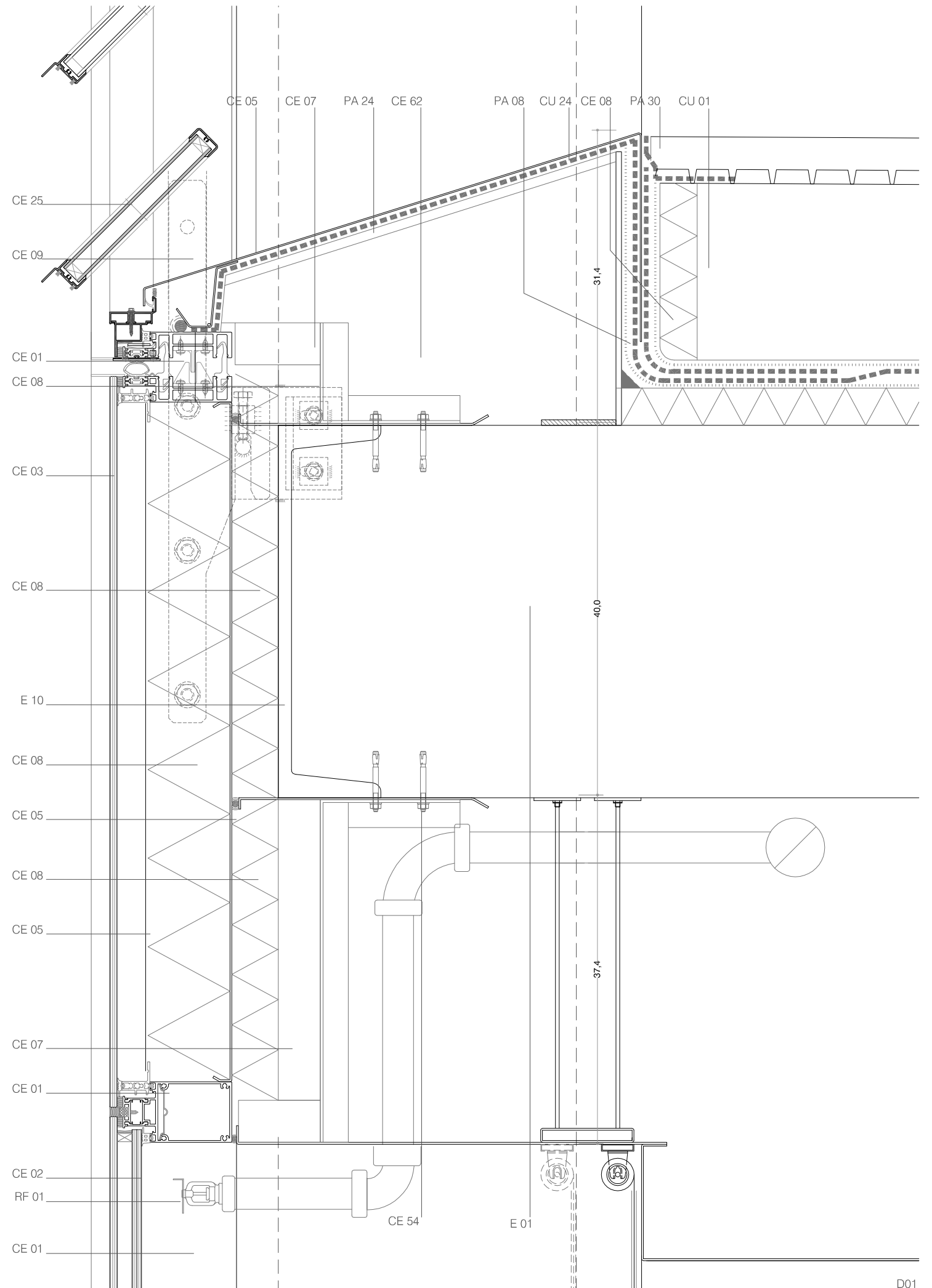
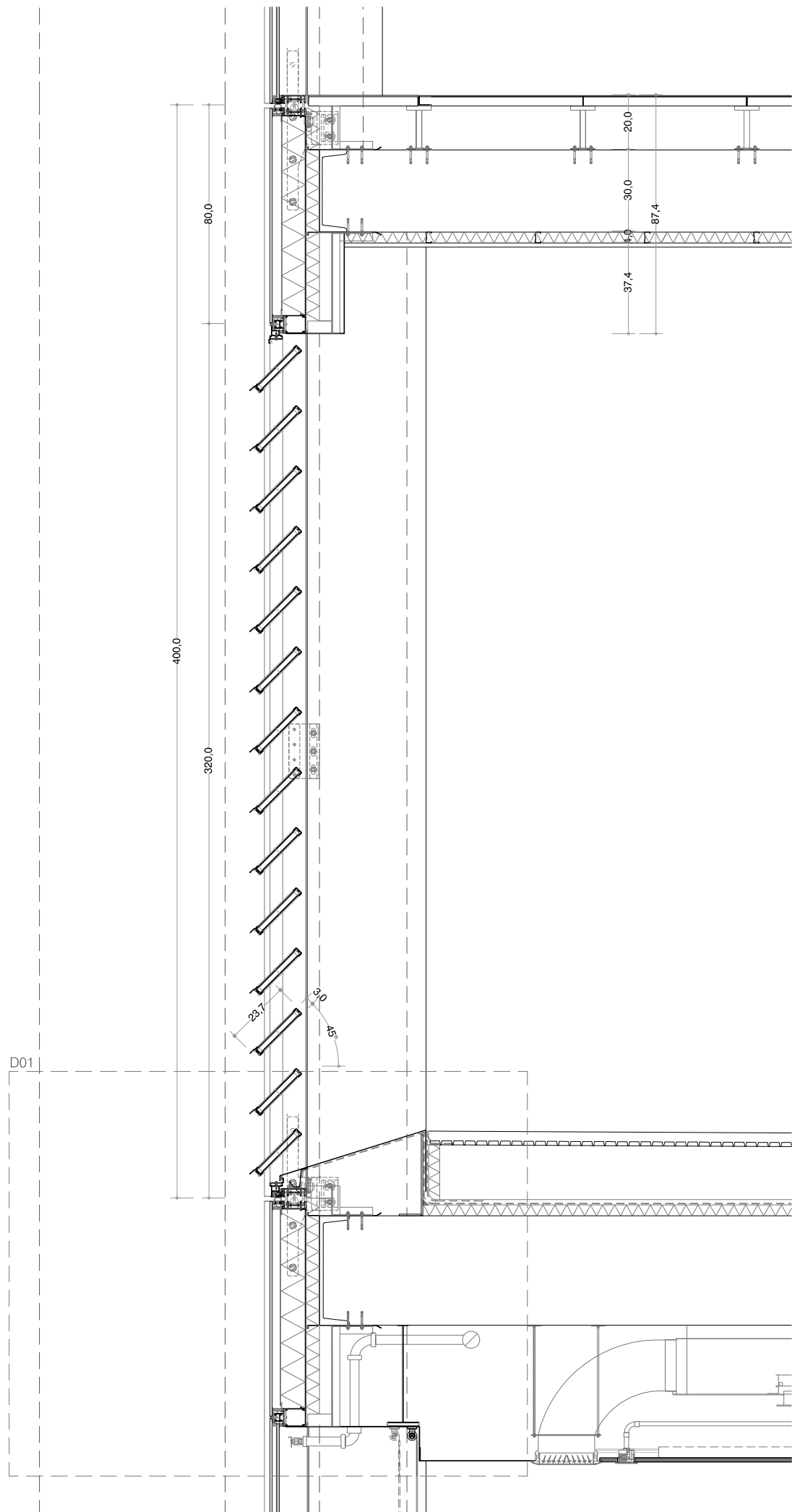






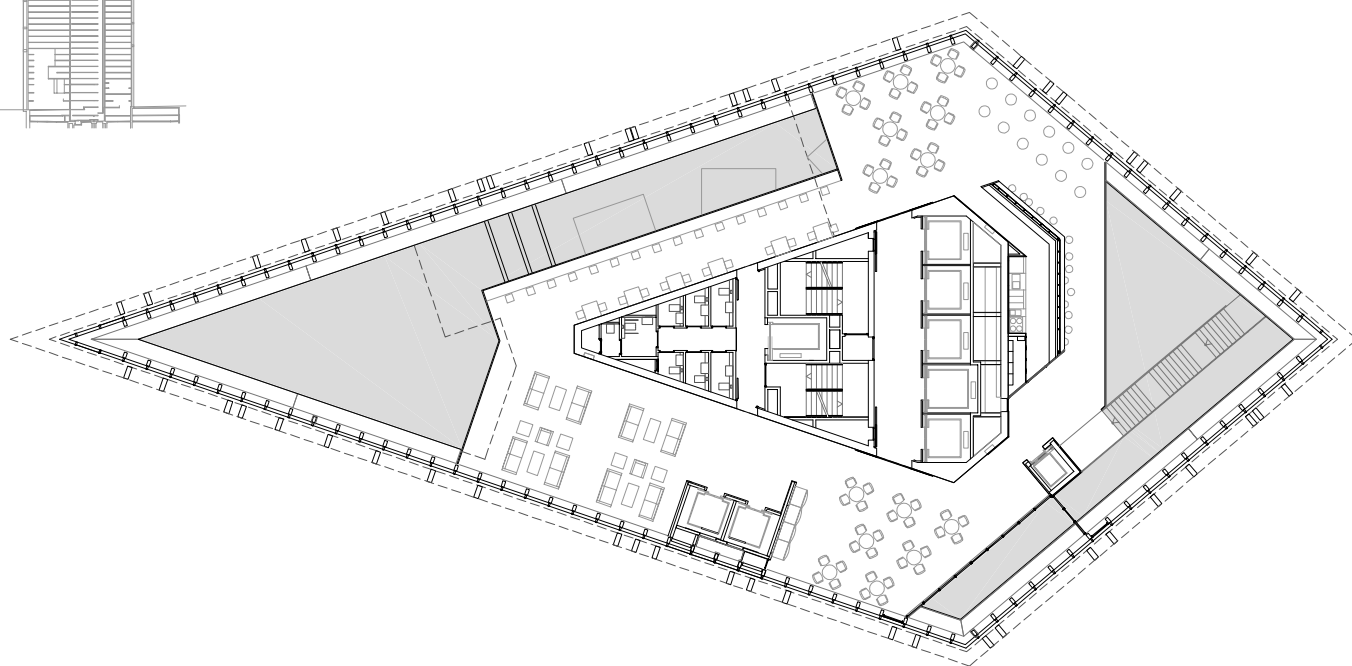
SECCIÓN Y DETALLE FACHADA ATRIOS
FAÇADE SECTION AND DETAIL ATRIUM





SECCIÓN Y DETALLE FACHADA PLANTA TÉCNICA
FAÇADE SECTION AND DETAIL TECHNICAL FLOOR





PLANTA 1 / 1ST FLOOR



0 1 2 3 4 5

10

20 m

Todo el conjunto de losa, encepado, fosos y pozos incorpora un hormigón inferior de limpieza de 10 cm de espesor y HM20, con objeto de garantizar el correcto remate de la cara inferior de la losa.

Durante la ejecución de la losa de fondo serán dejados alvéolos circulares de diámetro adecuado para la disposición de los pozos de bombeo, de manera que la subpresión no pueda actuar sobre la losa de fondo.

Estos alvéolos se cerrarán con morteros expansivos una vez alcanzadas en cada zona las cargas requeridas para equilibrar la citada subpresión (hormigonado de la planta baja).

Se dispondrán los oportunos alvéolos pasantes en los muros que arrancan de la losa de fondo, para permitir el paso del agua hacia los pozos en forma apropiada.

3.4. Seguridad en el caso de incendio

La resistencia al fuego de los elementos estructurales será:

- R180 en las estructuras del bajo rasante en correspondencia con la huella de la torre (Ordenanza Municipal de Barcelona).
- R120 en la zona de aparcamiento (CTE-SI-6).

Se han considerado los recubrimientos de armaduras y las dimensiones mínimas correspondientes a las diferentes resistencias al fuego (anejos de 8 a 11 y plano E_BR_GR_01)

Las estructuras metálicas del edificio se protegerán al fuego a través de una capa de vermiculita de espesor adecuado para garantizar una resistencia al fuego R180.

4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES CONSIDERADOS Y PARÁMETROS DEL TERRENO CONSIDERADOS Y COEFICIENTES DE PONDERACIÓN

Seguidamente se definen las características consideradas y reflejadas en los planos de los materiales a utilizar en las diversas zonas de la estructura.

4.1. Materiales

4.1.1. Hormigón in situ $\gamma_c = 1,50$

a. Pantallas de contención

Hormigón HA-30/F/20/IIIb + Qb
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$
 Relación agua/cemento: $a/c \leq 0,50$
 Contenido mínimo de cemento: $350 \leq c \leq 375 \text{ kg/m}^3$
 Control normal
 Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua de mar

b. Pilotes

Hormigón HA-30/F/20/IIIb + Qb
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$
 Relación $a/c \leq 0,50$
 Contenido de cemento $350 \leq c \leq 375 \text{ kg/m}^3$
 Control intenso
 Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua de mar

c. Hormigón de limpieza

Tipo HM – 20 /B / 20 / IIIb; cemento resistente al agua de mar.

d. Losa de fondo de cimentación

Hormigón HA-30/B/20/IIIb + Qb
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$
 Relación agua cemento: $a/c \leq 0,50$
 Contenido mínimo de cemento: $350 \text{ kg/m}^3 \leq c \leq 375 \text{ kg/m}^3$
 Control intenso
 Cemento según la UNE 80303:96 resistente al agua de mar

Hormigón hidrófugo de elevada capacidad y de retracción moderada

e. Forjado sanitario

Hormigón HA-30/B/12/IIIa
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$
 Relación: $a/c \leq 0,50$
 Contenido mínimo de cemento: $300 \text{ kg/m}^3 \leq c \leq 325 \text{ kg/m}^3$
 Control intenso
 Cementos comunes según la UNE 80301:96

f. Muros exteriores

Hormigón HA-30/F/20/IIIb en zonas situadas bajo nivel freático ($\cong +0,60$)
 HA-30/F/20/IIIa en zonas situadas sobre nivel freático ($\cong +0,60$)
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$
 Relación: $a/c \leq 0,50$
 Contenido de cemento: $300 \text{ kg/m}^3 \leq c \leq 325 \text{ kg/m}^3$
 Control intenso
 En las zonas situadas bajo nivel freático se utilizarán cementos resistentes al agua de mar según UNE 80303:96. En las zonas sin contacto con agua se utilizarán cementos comunes según UNE 80301:96.

g. Muros interiores

Hormigón HA-30/B/20/IIIa
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$
 Relación agua cemento: $a/c \leq 0,50$
 Contenido de cemento: $300 \text{ kg/m}^3 \leq c \leq 325 \text{ kg/m}^3$
 Control intenso
 Cementos comunes

h. Forjados

Hormigón HA-30/B/20/IIIa en los forjados de losa maciza
 HA-30/F/20/IIIa en la losa reticulada de la zona de aparcamiento
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$
 Relación agua cemento: $a/c \leq 0,50$
 Contenido de cemento: $300 \text{ kg/m}^3 \leq c \leq 325 \text{ kg/m}^3$
 Control intenso

Cementos comunes

i. Encepado núcleo

Hormigón HA-50/B/20/IIIb + Qb
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$
 Relación agua cemento: $a/c \leq 0,50$
 Contenido de cemento: $350 \text{ kg/m}^3 \leq c \leq 375 \text{ kg/m}^3$
 Hormigón hidrófugo de elevada capacidad y de retracción moderada

j. Núcleo

Hormigón HA-50/B/20/IIIa
 Resistencia característica a 28 días: $f_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$
 Relación agua cemento: $a/c \leq 0,50$
 Contenido de cemento: $300 \text{ kg/m}^3 \leq c \leq 350 \text{ kg/m}^3$

4.1.2. Armaduras pasivas $\gamma_s = 1,15$

Estarán constituidas en todos los casos por armaduras corrugadas del tipo B 500 S, y deberán cumplir las condiciones señaladas para las mismas en la Instrucción EHE. Las características principales son:

Armaduras soldables

Límite elástico $f_{yk} \geq 500 \text{ MPa} \equiv 5100 \text{ kp/cm}^2$
 Carga unitaria de rotura $f_s \geq 550 \text{ MPa} \equiv 5600 \text{ kp/cm}^2$
 Alargamiento en rotura $\geq 12\%$
 Relación $f_s / f_{yk} \geq 1.05$

4.1.3. Armaduras activas de los anclajes al terreno

Acero tipo Y 1860 S7
 $f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa}$
 $f_{p1k} \geq 1670 \text{ MPa}$

se efectuará mediante soldeo a tope de los perfiles a dicha chapa de recepción.

Con esta disposición el aplomado resulta más rápido y las tolerancias del mismo quedan fácilmente absorbidas por las uniones soldadas. No obstante, otras posibles disposiciones podrían ser también válidas si el constructor las plantea como preferibles, por rapidez de ejecución, etc.

El despiece de las vigas metálicas de borde de planta podrá ser también alterado respecto a la solución ideal propuesta de cierre de vanos entre paneles completos montados con tales piezas.

5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE PONDERACIÓN

A continuación se definen de manera precisa las características de los diferentes materiales utilizados en las diversas zonas de los edificios, así como los coeficientes de minoración empleados en el análisis.

5.1.- Hormigón

- HA-30 $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$ $E_c = 330.000 \text{ kp/cm}^2$

$$\gamma_c = 1.5$$

Losas de hormigón en casetones (forjados de maquinarias y tapa núcleo); núcleo de ascensores (de planta P07 a tapa núcleo); muros de aljibe en planta Técnica P13, muros ascensor exterior núcleo entre S02 y P03.

- HA-50 $f_{ck} \geq 50 \text{ MPa} \equiv 500 \text{ kp/cm}^2$ $E_c = 380.000 \text{ kp/cm}^2$

$$\gamma_c = 1.5$$

Núcleo de ascensores (desde cimentación hasta planta P07)

- HP-30 $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa} \equiv 300 \text{ kp/cm}^2$ $E_c = 330.000 \text{ kp/cm}^2$

$$\gamma_c = 1.5$$

Losas de hormigón pretensadas de pisos.

La docilidad de los hormigones será al menos Blanda, pudiéndose mejorar para que, con los métodos de puesta en obra y consolidación que se adopten, no se produzcan coqueras y no refluya la pasta al terminar la operación. Estos cambios deberán ser aprobados por la dirección Facultativa.

No se permitirá el empleo de hormigones de consistencia fluida salvo que se consiga mediante la aplicación de aditivos fluidificantes aprobados por la Dirección de Obra. En ningún caso se utilizarán hormigones con un contenido de agua superior al correspondiente a la consistencia plástica.

5.2.- Acero estructural $E_s = 2.100.000 \text{ kp/cm}^2$

- S275JR \equiv A42b ; $f_{yk} \geq 275 \text{ MPa} \equiv 2800 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_s = 1.05$

Soportes metálicos fachada interior; tubos de apoyo de los forjados en los soportes metálicos; piezas de remate en borde de forjado; vigas de patio; puntales de arriostramiento de vigas de patio en planta P01; emparrillado metálico en forjados (zona interior núcleo); bambúes; lucernario en planta P24.

- S355J2G3 \equiv A52d ; $f_{yk} \geq 355 \text{ MPa} \equiv 3600 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_s = 1.05$

Piezas de conexión de bambúes al resto de la estructura; chapas de recepción de las piezas de conexión en bambúes; chapas de recepción de las piezas de conexión en forjados (chapa dorsal y rigidizadores de la chapa dorsal).

5.3.- Armaduras pasivas $E_s = 2.100.000 \text{ kp/cm}^2$

B 500 S \equiv AEH 500 S ; $f_{yk} \geq 5100 \text{ kp/cm}^2$; $\gamma_s = 1.15$

Armaduras de la totalidad de las piezas de la estructura.

5.4.- Armaduras activas de pretensado

Y 1860 S7 (EHE)

Diámetro $\phi 0.6'' \equiv 15.7 \text{ mm}$

Límite elástico $f_{yk} \geq 1670 \text{ MPa}$

Carga de rotura $f_{po} \geq 1860 \text{ MPa}$

Coeficiente $\gamma_p = 1.15$

Losas macizas de hormigón, pretensadas de piso.

6.- ACCIONES A CONSIDERAR, COEFICIENTES DE MAYORACIÓN E HIPÓTESIS DE COMBINACIÓN

Seguidamente se indican las características de las diferentes acciones consideradas en el análisis de las estructuras y en las diversas hipótesis de sollicitación.

6.1.- Acciones gravitatorias

Peso propio ($\gamma_f = 1,35$)

Se adopta el correspondiente a los pesos específicos de los materiales:

Hormigón en masa $P_{esp.} = 24 \text{ kN/m}^3 = 2400 \text{ Kp/m}^3$

Hormigón armado $P_{esp.} = 25 \text{ kN/m}^3 = 2500 \text{ Kp/m}^3$

Acero estructural $P_{esp.} = 78,5 \text{ kN/m}^3 = 7850 \text{ Kp/m}^3$

Carga muerta ($\gamma_f = 1,35$)

En cada zona del edificio se incluye una descripción de los valores de los elementos funcionales considerados y el peso previsto para los mismos.

Carga permanente

Carga constante total a lo largo del tiempo, considerada como suma del peso propio y de la carga muerta. Se indica para cada zona del edificio.

Sobrecarga de uso ($\gamma_f = 1,50$)

Se indican para cada zona del edificio los valores de uso considerados.

Carga total

En cada zona del edificio se estiman los valores previstos como totales de la carga permanente y la sobrecarga.

No se aplica la reducción de las sobrecargas en cuanto la totalidad de las plantas corresponderán al mismo usuario y la mayoría de ellas estarán

TORRE TELEFONICA DIAGONAL ZEROZERO

07.2012

1. DADES GENERALS

EMPLAÇAMENT	Barcelona
PROMOTOR	Consorci de la Zona Franca de Barcelona
USUARI	Telefónica SA
PROPIETAT DEL SOLAR	Ajuntament de Barcelona
ANYS	2006-2011
SUPERFÍCIE PARCEL·LA	4.044 m2
ALÇADA EDIFICADA	110 m
ALÇADA MÀXIMA	112,50
ALÇADA FINS A L'ÚLTIMA PLANTA OCUPADA	101,65 m
NÚM. PLANTES	25 sobre rasant, 3 sota rasant
SUP. CONSTRUÏDA SOBRE RASANT	25.300 m2
SUP. CONSTRUÏDA SOTA RASANT	8.622 m2
VOLUM CONSTRUÏT	132.000 m3
EQUIP DE TREBALL	
ARQUITECTES	EMBA, ESTUDI MASSIP-BOSCH ARQUITECTES
principal	Enric Massip-Bosch
caps de projecte	Aleix Antillach, Elena Guim, Jon Ajanguiz
arquitectes	Esteve Solà, Ricardo Maurício, Carlos Cachón, Comelia Memm, Cristina Feijoo, Heidi Reichenbacher, Rita Pacheco, Rodrigo Vargas, Jana Alonso, Marta Marcet, Mariana Arámburu
prescripció i normativa	Montse Galindo, arq.
control documental	Glòria Andrés, arq.
estudiants arq.	Laura Roderer, Megan Chamley, Miguel Orellana, Jabi Fernández
APARELLADORS	AUMEDES DAP — Xavier Aumedes, Gemma Rius, Cesc Deharo, Anna Soler
ESTRUCTURES	MC2 — Julio Martínez Calzón, Pietro Bartalotta, Luca Ceriani, Nil Lletjós, Enrico Colabrese
INSTAL·LACIONS	MASTER ENGINYERIA — Marc Jaumà, Luis Martín
CONSULTORIA ASCENSORS	JAPSEN — Johannes Maasberg
SEGURETAT I SALUT	AUMEDES DAP — Marta Serra
PROJECT MANAGEMENT	AYNOVA
RENDERITZACIÓ	EMBA, Rupert Maurus
MAQUETISME	Eloi Hortonedà-EMBA, Andrea Sanglas
FOTOGRAFIA	EMBA, Pedro Antonio Pérez, Jordi Bernadó
CONTRACTISTES	
Fase prèvia	DRAGADOS
Fonamentació	TERRATEST
Soterranis	GUINOVART&OSHA
Torre i acabats	FCC
Instal·lacions	SOGESA
Ascensors	THYSSEN
GUARDONS	
	OBRA GUANYADORA <i>Premi Catalunya Construcció 2012</i>
	OBRA GUANYADORA <i>LEAF Awards 2011-Best Commercial Building, 2011</i>
	OBRA GUANYADORA <i>Premio VETECO 2012, Mejor Fachada ligera, 2012</i>
	OBRA GUANYADORA <i>Premio Quatrum 2010</i>
	OBRA GUANYADORA <i>Premio Actualidad Económica 2009</i>
	OBRA SELECCIONADA <i>Premis FAD 2012</i>
	OBRA FINALISTA <i>Premios Arquitectura Plus 2012</i>
	OBRA FINALISTA <i>LEAF Awards 2011-Best Structural Design</i>
	OBRA FINALISTA <i>Emporis Award for the Best New Skyscraper 2010</i>

2. CONCEPTES GENERALS

La posició de la Torre Diagonal ZeroZero és excepcional a l'estar situada a l'origen de la Diagonal, la principal avinguda de Barcelona, al ser molt visible des de la ciutat i des de la costa, i al trobar-se a la frontera entre la ciutat consolidada i les grans àrees d'espai públic de la recent zona Fòrum. El seu entorn immediat està format per edificis aïllats en un context d'escales i usos diversos que constitueixen alhora un pol metropolità i un entorn local encara en formació.

És una torre contextual que recull aquestes circumstàncies en una proposta que té una doble lectura, llunyana i propera, responent a les dues escales que aquesta mena d'edificis en alçada ha de resoldre. Prenent les directrius urbanes que formen el perímetre del solar com a generatrius del projecte, es presenta a la ciutat com un prisma trapezoïdal, agut i estilitzat, una forma neta i serena, lleugera i de vidres blanquinosos, que per transparència deixa veure uns volums dinàmics i variats que responen a les diferents especificitats del programa interior i que es relacionen amb les diverses altures dels edificis veïns. La forma externa respon a la ciutat i a la visió llunyana i les formes internes a les funcions i a la visió propera.

El programa que ha d'acollir la torre té una part pública important que la relaciona amb els fluxos urbans i que el projecte recull com una oportunitat de fer l'edifici permeable. Aquest programa obert al públic se situa en la planta baixa, que es desenvolupa en tres nivells interrelacionats, al voltant d'un atri de 30 metres d'alçada que segueix la pendent de la Plaça Fòrum adjacent. Aquesta continuïtat física i visual directa amb la ciutat facilita que la torre participi de l'activitat ciutadana i que els ciutadans participin de l'activitat de l'edifici i el puguin gaudir.

Dins del volum de l'edifici es generen quatre punts singulars que dinamitzen el conjunt i generen una experiència variada de l'interior malgrat tractar-se d'un programa relativament convencional d'edifici corporatiu: l'atri del vestibul principal, orientat cap a la Diagonal; un atri a la planta 17 i que arriba fins a la coronació de l'edifici, orientat cap al Maresme; la terrassa i el doble espai de la Sala del Consell, situada a la planta 23; i la sala d'actes, que ocupa dues plantes i que es desdobra en una platea i dos amfiteatres que poden ser independitzats i funcionar autònomament per a grups més petits.

Les plantes superiors, dedicades a oficines, són diàfanes, aprofitant l'esquema estructural *tube-in-tube* utilitzat, amb un nucli central portant i una estructura perimetral a la façana. Aquesta estructura perimetral es desdobra en dues parts: uns pilars interiors de secció molt petita i molt esvelts que treballen a compressió, i uns elements exteriors que resolen els esforços horitzontals i de torsió. Aquests es presenten a la façana com entramat romboïdal que segueix les sol·licitacions estàtiques de cada part de l'edifici, amb major concentració d'elements resistents a les parts baixes i amb més lleugeresa a les parts altes. Els forjats són lloses massisses de formigó que transmeten aquests esforços horitzontals al nucli central.

La façana consisteix en un mur cortina modular de perfil·leria d'alumini blanc i vidre extraclar parcialment serigrafat, seguint un patró vertical que reforça l'esveltesa de l'edifici. En combinació amb l'estructura interior, disposada cada 1,35 metres, i l'estructura exterior, aquest serigrafat contribueix a la difusió de la llum solar i al control de l'enlluernament, generant uns interiors de molta qualitat perceptiva.

3. TÈCNICA I SOSTENIBILITAT

En el desenvolupament de Diagonal ZeroZero es van seguir diferents línies d'investigació i recerca tant a la fase de disseny com de construcció. Tenint en compte la lectura de doble escala que volíem que l'edifici oferís, aquestes línies van des de la seva inserció a l'escala urbana fins al nivell de detall. Des del punt de vista tècnic podem destacar dues innovacions dutes a terme en aquest projecte:

Primer el seu sistema estructural. Es una evolució del clàssic esquema *tube in tube*, en el que el seu nucli interior es un prisma de formigó que conté tots els elements de comunicació verticals i el perímetre exterior que està dividit en dos: la part interior de la façana, una línia de pilars molt esvelts (16x16cm de la planta 13 cap amunt, 16x32cm per sota la planta 13) disposats cada 135 cm que suporten només càrregues verticals i generen una mena de pantalla que ajuda a la difusió de la llum; mentre que l'estructura romboïdal d'arriostrament exterior feta amb seccions rectangulars de xapa d'acer (24x68cm) suporta totes les càrregues horitzontals i de torsió. El nucli de formigó s'ha construït utilitzant un encofrat trepant molt sofisticat que no deixa marques ni perforacions a la superfície d'acabat final, que apareix com una pedra sòlida.

En segon lloc, el sistema de mur cortina: tot i utilitzar elements estàndards de mercat, porta una sèrie d'innovacions que milloren tant la imatge de l'edifici com el seu comportament tèrmic. Esta format per un

bastiment modular d'alumini extruït blanc amb panells de vidre d'altres prestacions conformats per diferents capes. Des de l'exterior a l'interior: una serigrafia de pintura ceràmica de línies verticals de punts que cobreixen entre el 25 i el 35% de la façana; una capa magnetrònica en la seva cara interior pel control solar, una cambra d'aire de 18mm; un vidre laminat 6+6 a l'interior amb una capa de reflexió de l'escalfor.

La principal estratègia de sostenibilitat de l'edifici ha sigut el seu enfocament de disseny de baix cost, degut a la necessitat de complir amb un pressupost molt ajustat. Aquesta condició ens ha portat a buscar la solució més eficient a cada problema de disseny, que normalment ha significat escollir sistemes i materials amb una doble funció: per exemple, el nucli interior de formigó no està revestit i funciona com un material d'acabat de bella textura, l'estructura exterior no es només un element estructural sino que també genera ombres a la façana reduint la radiació solar; la serigrafia del mur cortina ajuda al control de la llum solar i redueix les necessitats de manteniment degut al seu patró similar a esquitxades del mar proper; la il·luminació artificial de les plantes s'utilitza també com il·luminació monumental amb una simple elecció de les temperatures de color de les lluminàries diferenciant els atris dels altres espais de la torre, etc... . Aquest enfocament ha significat no només una reducció substancial dels materials emprats a l'edifici, sino que també ens ha permet concentrar-nos en els aspectes més importants de la seva construcció i en la clara i austera definició dels espais.

Altres estratègies de sostenibilitat incloses: la connexió de l'edifici a la xarxa de District Heating and Cooling de l'àrea Fórum, que redueix dràsticament les emissions de CO2 a casi zero i els baixos consums elèctrics; reutilització d'aigües grises, amb l'instal·lació de una xarxa de recollida i filtrat de les aigües dels rentamans per la seva utilització als inodors; o la regulació de la llum artificial amb sensors que automàticament ajusten el nivell d'il·luminació interior a les condicions exteriors de llum.

